DIE NATURWISSENSCHAFTEN

23. Jahrgang | 10. Mai 1935 | Heft 19

Physiker als Stilisten.

Von H. A. KRAMERS, Leiden.

(Gekürzte Rede[1] zum Antritt der Professur an der Reichsuniversität Leiden.)

Werte Zuhörer!

Zweiundzwanzig Jahre ist es her, daß mein Vorgänger EHRENFEST in diesem Saal seine Antrittsrede hielt. Die meisten unter Ihnen haben ihn zu Lebzeiten gekannt, und die Anzahl derer unter Ihnen, die seine Hörer waren, ist sicherlich nicht gering. Als kaum angekommener Student gehörte ich selbst zu denen, die ihm in atemloser Spannung zuhörten, denen etwas haften blieb von dem, was er sagte, und vor allem von der Art, wie er es sagte. In der Tat, was uns von seiner Antrittsrede blieb, war nicht nur ein klares Bild gewisser fundamentaler Begriffe der Relativitätslehre, es war zugleich das starke Empfinden: „Hier hat ein lebender Mensch zu uns gesprochen". Dieses Menschliche in seinem Vortrag war nicht das Humane im allgemeinen Sinn dieses Wortes, gerade das individuell Persönliche machte uns an ihm so tiefen Eindruck.

Wie wäre der erste Eindruck von EHRENFESTS Persönlichkeit in wenigen Worten zusammenzufassen? Ich selbst hätte seinerzeit nichts Besseres sagen können, als die Worte von SHAKESPEARE: „Nature has fram'd strange fellows in her time", und zur näheren Motivierung dieser wenig aufschlußreichen Charakteristik die sprechenden Bilder wiederholen können, deren er sich in seinem Vortrag bediente, um das Problem der Lichtfortpflanzung im leeren Raum zu verdeutlichen und die Gebahren beschreiben können, mit denen er trachtete, sie zu Bildern im engeren Sinne dieses Wortes zu machen.

In meinen Studienjahren, als ich in nähere Berührung mit EHRENFEST kam, durfte ich ihn mit Recht meinen Lehrmeister nennen, in späteren Jahren genoß ich den Vorzug seiner warmen Freundschaft. Die Struktur seiner lebendigen und komplizierten Persönlichkeit mit all ihrer Erhabenheit und mit ihrer Tragik wurde mir immer deutlicher. Niemand auf der Welt kannte sie wahrscheilnich so gut wie er selbst, dieses Wissen hat ihm sein Leben keineswegs erleichtert. Doch lassen wir heute dieses Thema! Ich möchte hier bezeugen, daß die nähere Bekanntschaft mit EHRENFEST allen, die als Schüler oder Kollegen mit ihm in Berührung kamen, die schönsten Früchte trug, wenn sie nur in mehr oder weniger hohem Maße die Gabe hatten, den Einfluß einer ganz andersgearteten Persönlichkeit ohne Schaden zu ertragen. Wie oft haben wir doch in diesem ersten Jahr seines Scheidens mit Liebe seiner gedacht und uns bei der Erinnerung gestärkt und erleichtert und dann wieder wehmütig gefühlt.

Mit Absicht sprach ich in erster Linie von seinen Schülern und Fachkollegen, denn sie wissen am besten, wie EHRENFEST als Mensch zu seinem Fache stand. Seine Stellung zum Fach war nicht nur von rein verstandesmäßiger Natur, sie war viel inniger. Von EHRENFEST kann man mit mehr Recht sagen als von vielen anderen Forschern, daß alle Kategorien seiner Menschlichkeit eng verschlungen waren mit seiner Auffassung vom Fach, mit seiner Art, in seinem Fach zu arbeiten.

Schon vor Jahren, schon in meiner Studentenzeit, habe ich mich gefragt, ob diese enge Verbindung eines Menschen mit seinem Fach in den Schriften EHRENFESTS zum Ausdruck kommt. EHRENFEST widmete damals einige seiner Vorlesungen seinen eigenen neuesten Untersuchungen auf dem Gebiet der Quantentheorie. Diese Theorie steckte damals noch ganz in den Kinderschuhen. Sie zeigte so viel Widersprüche, daß man auf Glatteis geriet bei jedem Schritt, den man versuchte, um weiterzukommen, um besser zu begreifen. EHRENFEST war einer der wenigen, die solche Schritte wagten und fertigbrachten, ohne zu fallen. Es bestand eine tiefe Kluft zwischen der neuen Art zu rechnen, die PLANCK und EINSTEIN eingeführt hatten, und den Begriffsbildungen der klassischen Physik. Nicht alle bemerkten diese Kluft, oder besser, nicht alle Physiker gaben zu, daß es eine sehr tiefe Kluft war und daß sie eine Gefahr bedeutete für die klassische Physik. Scharfe Denker, wie LORENTZ, hatten jedoch die Schwierigkeiten, die hier drohten, deutlich ans Licht gestellt, und EHRENFEST hatte sich die Aufgabe gestellt, sie genau und kritisch zu umreißen. Auf wie überzeugende Weise wußte er uns doch in seinen Vorlesungen den Weg vorzuführen, den er abgelegt hatte, um die Fragen, die hier zu beantworten waren, richtigzustellen und prägnant und deutlich zu formulieren, und als Miterlebende begriffen wir, wie er auf manche Frage eine klare Antwort zu finden wußte. Dann schlugen wir EHRENFESTS eigene Arbeiten nach und lasen sie in der Stimmung, in der wir ihn in der Vorlesung darüber hatten sprechen hören. Und dann kam die Frage, auf die ich eben hinaus wollte: Wieweit ist EHRENFESTS Persönlichkeit in den publizierten Arbeiten zu erkennen? Die Ur-

[1] 28. September 1934. — Übersetzt von G. HELLER.

teile, die Betrachtungen, die Folgerungen in diesen Arbeiten sind in bündigem wissenschaftlichem Stil geschrieben, ganz in Übereinstimmung mit der Stilform der modernen wissenschaftlichen Literatur. Der Stil *ist* heute so, daß die Eigenart des Verfassers ganz zurücktritt, aber zeigt sich deshalb nichts mehr von seiner Persönlichkeit? Diese Frage habe ich mir später auch beim Studium der Schriften von anderen Verfassern als EHRENFEST vorgelegt.

In der guten alten Zeit, ich meine vor zwei- bis dreihundert Jahren, zeigte der wissenschaftliche Stil noch wenig von der heutigen Sachlichkeit. Ein KEPLER, ein GALILEI verschönten ihre Werke mit homerischen Einführungen, mit ausgefeilten Sätzen, in denen sie ihre Auffassungen mit denen von Vorgängern oder Gegnern verglichen, und Argumente ad hominem fehlten nicht in ihrer Beweisführung. Etwas durchaus Ähnliches sah man an den Instrumenten, die bei den Untersuchungen des Forschers zur Anwendung kamen. Bis weit ins 19. Jahrhundert trugen diese gewöhnlich allerhand Schmuck und Ornamente, die dem Auge behagten. Die geschnitzten oder gegossenen Füße der Lupen und Mikroskope, um nur ein Beispiel zu nennen, waren oft von hoher künstlerischer Vollendung. Man empfand es eben als selbstverständlich, daß physikalische Apparate ebenso wie Rathäuser und Paläste nicht nur zweckmäßig, sondern auch schön sein mußten. Und die gleiche Einstellung kann man bei den Verfassern von wissenschaftlichen Werken spüren. Für die Schönheit der reinen Zweckform hatte man in jener Zeit wohl kaum Verständnis.

Bei diesem Stand der Dinge mußte in den alten Arbeiten die Persönlichkeit des Verfassers oft zum Ausdruck kommen. Natürlich noch lang nicht oft genug, um sie aus ihnen wirklich genau erfassen zu können. Erst aus seinen Briefen lernt man den hingebend liebevollen KEPLER wirklich kennen und ebenso den egozentrischen TYCHO. Aber ihre wissenschaftlichen Werke haben doch etwas Eigenes. Vor allem bei der Lektüre der in pädagogischer Absicht mehr populär geschriebenen Stücke der alten Forscher erlebt der Leser den eigenartigen Genuß, den nur der Kontakt mit einem wirklich großen Mann uns verschafft. Die „Discorsi" von GALILEI sind vielleicht das schönste Vorbild dieser Art.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurde das alles ganz anders. Man legte sich einen Stil zu, in dem alle menschlichen Regungen von nicht rein verstandesmäßiger Art verboten waren. Sie verstehen, daß damit das Ideal eines wissenschaftlichen Stils, wie es heutzutage den Verfassern mehr oder minder bewußt vorschwebt, lediglich in negativem Sinn und nur sehr lückenhaft gekennzeichnet ist. Es wäre recht interessant, einmal zu untersuchen, wie dieses Stilideal nun wirklich genau aussieht, wieweit die Ansichten darüber auseinandergehen und wieweit sich gewisse Normen ausgebildet haben. Die Antwort auf die Frage, was man eigentlich meint, wenn man einen Artikel als gut oder schlecht geschrieben beurteilt, ist nicht so einfach, wie man im ersten Augenblick vermuten möchte.

Ein Mann wie EHRENFEST hat sich die Frage des Stils bewußt überlegt. Dies kam nicht nur in seinen Gesprächen heraus, es ist auch daran zu merken, daß der Stil oder genauer die Struktur seiner Arbeiten durchaus nicht immer die gleiche ist. In seinem wichtigen Artikel vom Jahre 1914 über die Adiabatenhypothese der Quantentheorie hat er wohl den äußersten Gegensatz eines zierlichen Divertimentos erstrebt. Straffe Übersichtlichkeit, nachdrückliche Trennung der verschiedenen Argumente, abgestufte Einleitung in Paragraphen und Unterparagraphen machen diesen Artikel der Form nach vielleicht zu einem ideal geschriebenen Stück. Und doch glaube ich, daß das, was er eigentlich sagen wollte und dem aufmerksamen Leser natürlich auch gesagt hat, seinem Wesen nach in diesen steifen Rahmen nicht hineinpaßt. Der Inhalt trägt zu sehr den Charakter einer Auseinandersetzung mit einem unsichtbaren Feind.

Aber ganz abgesehen von dieser vielleicht falschen Behauptung, möchte ich fragen: Wieviel vom lebenden Autor fühlt der Leser in einem Artikel dieser Art? Äußerst wenig natürlich. Das gebe ich zu, ohne darüber zu jammern oder es irgend jemand vorzuwerfen. Die übergroße Mehrzahl der modernen Arbeiten in der Fachliteratur *ist* nun einmal sehr sachlich und mehr oder weniger unpersönlich geschrieben. Und so ist es eigenartig anzusehen, wie manche Fachkollegen aus dem Zwange ihrer eigenen Persönlichkeit heraus nicht nachlassen können, den Menschen zu suchen zwischen den Zeilen und sich eine Vorstellung von dem ihnen unbekannten Verfasser zu bilden. Und wie oft werden sie dabei schwer getäuscht.

Nein, viel kann man in dieser Hinsicht aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen nicht lernen. Aber manchmal läßt der eine oder der andere sich doch ein wenig gehen. Ich bilde mir ein, etwas vom lebenden EHRENFEST zu vernehmen, wenn ich sehe, wie er die Überschriften von manchen seiner Arbeiten in Form einer Frage abfaßt. „Mißt der Aberrationswinkel im Falle der Dispersion des Äthers die Wellengeschwindigkeit?" und „Welche Züge der Lichtquantenhypothese spielen in der Theorie der Wärmestrahlung eine wesentliche Rolle?" rief er in den Jahren 1910 bzw. 1911 in den Annalen der Physik. Auch glaube ich seine Stimme zu hören, wenn er 1911 vom „anregend dehnbaren Fragengebiet des relativ elastischen Körpers" spricht. Und ein besonders bemerkenswertes Dokument dieser Art ist sein Artikel vom Jahre 1932: „Einige, die Quantenmechanik betreffende Erkundigungsfragen", in dem er für sich selbst und für viele andere das Wort ergreift gegen eine gewisse Leichtfertigkeit, die sich unstreitig in der modernen Literatur der Atomtheorie eingebürgert hatte. Sie bestand darin, daß viele,

namentlich jüngere Menschen, berauscht von der Flut der neuen Entdeckungen mit großer Fertigkeit Behauptungen und Formeln zustande brachten und gewisse Betrachtungen und Ergebnisse als sonnenklar vorausschickten, während von wirklich klarem und kritischem Begreifen keine Rede war. Einige der bewundernswertesten Züge von EHRENFEST kamen in diesem Stück zum Ausdruck: seine Ehrlichkeit vor allem und sein herrlicher Humor.

Ich könnte ohne Mühe zahlreiche Beispiele anführen von wissenschaftlichen Artikeln oder Büchern, in denen die persönliche Eigenart des Verfassers meiner Ansicht nach deutlich zu spüren ist.

Bei EINSTEIN trifft man beispielsweise oft unerwartete Winkelzüge des Gedankenganges. Sie erinnern einen an die überraschende Art, in der ein großer Komponist plötzlich ein neues Thema auftauchen läßt. Sie sind kennzeichnend für EINSTEINS Genie. Mancher glaubt sie auch im literarischen Stil der EINSTEINschen Arbeiten vorzufinden. Aber vielleicht ist das Selbstbetrug. Sicher ist jedoch, daß man andere kleine Eigenheiten seines Wesens im Stil seiner rein wissenschaftlichen Arbeiten erkennen kann. So sehe ich z. B. einen Zug, den ich mangels eines besseren Wortes einmal seine Naivität nennen möchte, in einem Artikel, ich glaube vom Jahre 1914, wo er einen „Zusatz bei der Korrektur" mit den Worten beginnt: „Weiteres Nachdenken ergab . . ."

Liest man den Bericht eines gelungenen Experiments, das neuartig oder sehr schwierig ist, so wird man als Sachkundiger den Experimentator fühlen, der dahintersteckt. Es gibt sehr verschiedene Methoden, „gut" zu experimentieren. Die Verschiedenheit ist natürlich bedingt durch Unterschiede in der geistigen Struktur der Experimentatoren. Der Sachkundige empfindet sie sehr stark. Sie erinnert ihn daran, daß das Wort Experimentierkunst nicht schlecht ist; es steckt mehr *Kunst* darin, als der Außenstehende meistens denkt. Trotzdem pflegt ein experimenteller Artikel im allgemeinen nur eine bestimmte Arbeitsmethode zu kennzeichnen und nur selten die einzelne Persönlichkeit. Das kommt jedoch auch vor. Wie oft hört man doch zu einem neuen Artikel von RUTHERFORD die Äußerung: „Das war wieder ein echter RUTHERFORD."

Gestatten Sie mir nun, auf eine Frage der Physik einzugehen, die mit dem hier behandelten Thema zusammenhängt. Es handelt sich um das Problem der äußeren Gestaltung einer physikalischen Lehre. Als Einleitung sei eine kleine Betrachtung vorangeschickt.

In einem Fach wie der theoretischen Physik trifft man oft Situationen, in denen es angezeigt ist, „Inhalt" und „Form" der Ergebnisse und Methoden, über die die Wissenschaft verfügt, zu unterscheiden. Ich denke dabei nicht an einen Unterschied von philosophischer Art; ich meine vielmehr eine fachtechnische Frage. Sie wissen, daß die Art und Weise, in der eine physikalische Lehre ausgesprochen wird, sich mit der Zeit wesentlich ändern kann, ohne daß der Inhalt sich ändert oder zunimmt. Mit der Formulierung oder Form einer Lehre meine ich z. B. die Weise, in der Handbücher oder Lehrbücher einer gewissen Zeit das genannte Gebiet dem Leser darstellen; wie sie die darin auftretenden Begriffe benennen und welche Begriffe sie als bereits bekannt annehmen. Aber ebenso denke ich dabei auch an die Sprache, die man verwendet, an die Bilder, die man sich macht, wenn man die genannte Lehre anwendet. Vor allem in den ersten Jahren oder Jahrzehnten nach der Entwicklung einer neuen Theorie kann es vorkommen, daß die Form noch vollkommen unklar ist. Verschiedene Schriftsteller behandeln dann die gleichen Dinge auf sehr verschiedene Weise, und zwar so verschieden, daß es für sie selbst und für ihre Zeitgenossen eine brennend wichtige Frage sein kann, welche Form die beste ist oder — noch ärger — welche Formulierung richtig ist und welche falsch. Uneinigkeiten dieser Art sind meist ein untrügliches Anzeichen dafür, daß ungelöste Probleme bestehen, die mit dem bereits Begriffenen eng verbunden sind. Hat man — vielleicht erst viele Jahre später — auch diese Probleme einigermaßen klargestellt, dann wird man auch eine Formulierung finden, die alle Gemüter befriedigt. Dann entsteht eine communis opinio, eine akademische Auffassung des betreffenden Gebietes.

Um ein Beispiel zu geben, wie mühsam ist doch MAXWELLS „Treatise" zu lesen, in dem er die Grundlagen seiner Theorie niederlegte. Ich entsinne mich noch, wie KAMERLINGH-ONNES aus seinen Jugenderinnerungen erzählte, wieviel Kopfzerbrechen ihm das Studium des MAXWELL bereitet hat. Und heute? Dank der Arbeit zahlreicher Physiker am Ende des vorigen Jahrhunderts, steht die Elektrodynamik frei von allem Nebenwerk in klaren, einfachen Zügen vor uns. Einige Namen könnte man nennen: HERTZ, HEAVISIDE, aber ich glaube, ich darf sagen, daß wir hier das meiste LORENTZ verdanken. Das Werk von LORENTZ über Elektronentheorie zeigt uns außerordentlich klar, was bei MAXWELL wesentlich war und was nicht. Nur einige Bezeichnungen, wie etwa Verschiebungsstrom, erinnern noch an gewisse Phasen, die die Theorie bei MAXWELL und FARADAY durchgemacht hat und die heute wahrscheinlich nur noch historisches Interesse haben. Bei LORENTZ weiß man stets genau, was gemeint ist, obwohl natürlich nicht alle Probleme gelöst sind. Bei der Lektüre seiner Enzyklopädieartikel und seiner Theory of Electrons empfindet der Geist jene erhabene Ruhe und fühlt trotz aller Ungewißheit jene ausgeglichene Sicherheit, die auch bei persönlichem Verkehr von ihm ausstrahlte.

Damit sind wir wieder bei der Person des Physikers gelandet. Die allgemein anerkannte Form der klassischen Elektrodynamik mit ihren genauen Definitionen und ihren klaren Modell-

vorstellungen atmet den Geist von LORENTZ. Ihr Inhalt dagegen ist durchaus unpersönlich. Der Rechenaufwand, der nötig ist, um diese oder jene Vorhersage oder Nachprüfung der Theorie auszuführen, steht in keinerlei Zusammenhang mit persönlichen Eigenschaften eines Physikers. Er war zu MAXWELLS Zeit der gleiche wie heute.

In den letzten 10 Jahren beschäftigt sich die Physik mit einer Frage der Gestaltung, die sowohl für die Wissenschaft selbst wie für den Unterricht das größte Interesse besitzt. Dank der gemeinsamen Anstrengung einer Anzahl theoretischer Physiker ist es gelungen, die Eigenschaften der Atome in befriedigender Weise zu erklären. Wir dürfen behaupten, daß wir die Grundlagen kennen, auf die der weitaus größte Teil aller bekannten chemischen und physikalischen Erscheinungen zurückgeführt werden kann. Nicht etwa, daß diese Zurückführung bereits in allen Fällen gelungen wäre. Nur ganz wenige Vorgänge in der Chemie lassen sich wirklich quantitativ vorausberechnen oder nachprüfen. Ich glaube kaum, daß wir einem Laien imponieren könnten, wenn wir ihm genau darlegten, welche Ergebnisse physikalischer und chemischer Messungen wir aus den grundlegenden Gesetzen haben errechnen können und welche nicht. Ein unabsehbares Arbeitsfeld liegt noch vor uns. Aber wir sind überzeugt, daß die in ihrem Wesen so einfachen Grundlagen der Quantentheorie zur Behandlung all dieser Fragen vollkommen ausreichen. Die Schwierigkeiten sind „nur" mathematischer Art, wie wir zu sagen pflegen. Der Fall ist analog dem Problem der Bewegung von Planeten und Monden im Sonnensystem. Wir sind überzeugt, daß die einfachen Gesetze von NEWTON den Stand dieser Himmelskörper in einem zukünftigen Zeitpunkt mit großer Genauigkeit zu berechnen gestatten. Aber wir müssen zugeben, daß wir diese Rechnung mit unseren heutigen Mitteln nicht in allen Fällen praktisch ausführen können. Die Schwierigkeiten sind auch hier rein mathematischer Natur, physikalisch besteht keine Unklarheit.

Ich sagte eben, daß der *größte Teil* der physikalischen und chemischen Vorgänge auf Grund der Quantentheorie zu erklären sein muß. Es gibt aber eine Anzahl von Erscheinungen, bei denen wir noch im Dunklen tappen. Hauptsächlich sind es solche, die mit dem Aufbau der Atomkerne zusammenhängen. Über dieses Thema erwarb sich die Wissenschaft in den letzten Jahren durch allerlei neuartige, geniale Experimente ein umfangreiches Tatsachenmaterial, durch das der Theoretiker sich kaum hindurchfinden kann. Und auch der Teil der Quantentheorie, der, grob gesehen, „erledigt" ist, zeigt noch eigenartige Lücken. Bei ihrer Anwendung auf die üblichen physikalischen und chemischen Vorgänge stören uns diese Lücken glücklicherweise nicht. Die Unsicherheit, die sie verursachen, ist quantitativ zu vernachlässigen.

Fragen wir nun aber nach der Form, in der die Begriffsbildungen und Regeln der modernen Quantentheorie dem Leser oder Hörer vorgelegt werden sollen, so finden wir sehr geteilte Meinungen. Gehen wir bei Prof. NEOPHILOS in die Vorlesung, dann erfahren wir, daß wir, um die moderne Theorie gut zu begreifen, zunächst einmal kein Wort von der klassischen Physik mehr glauben dürfen, und daß wir niemals dahinterkommen würden, solange wir nicht all die veralteten Dogmen über Bord geworfen hätten wie etwa: Kausalität allen Geschehens, scharfe Definierbarkeit einer Erscheinung usw. Dann geht er vielleicht über zu einer Lektion in nichtkommutativer Algebra, d. h. er macht uns klar, daß das Ergebnis der Multiplikation sich ändern kann, wenn man die Reihenfolge der Faktoren vertauscht. Gehen wir aber bei Prof. PALAEOPHILOS in die Lehre, so kann es passieren, daß wir die klassische Physik zunächst einmal tüchtig wiederholen, vor allem die Theorie der Schwingungen. Dann wird uns eine neue Art von Schwingungsgleichungen vorgelegt, die sich in mathematischer Hinsicht von den uns bereits geläufigen nicht so sehr unterscheidet, und die Methoden der Auflösung werden uns ein bißchen eingeübt. Dann wird uns noch eben gezeigt, daß der Charakter unserer Gleichungen sich vollkommen anschließt an die klassische Beschreibung eines gesetzmäßig strengen zeitlichen Ablaufs, und dann kommt ein Machtspruch über die Weise, in der die Lösung dieser Gleichungen mit dem Resultat einer physikalischen Messung zu verbinden ist. In diesem Machtspruch hören wir das Wort „Wahrscheinlichkeit" und werden daran erinnert, daß auch in der klassischen Physik, nämlich in der statistischen Mechanik, das Ergebnis der Rechnung mit dem wahrscheinlichen Wert zusammenhing, den der Physiker bei der Messung einer Größe finden würde.

Hoffentlich haben die Uneingeweihten unter Ihnen den Eindruck gehabt, daß die beiden Lehrer sich nicht einig sind, daß ihre Behauptungen einander widersprechen. Das war jedenfalls meine Absicht. Eigenartigerweise haben die beiden jedoch genau die gleiche Theorie vorgetragen. Die Schüler von beiden werden, wenn sie die nötige Fertigkeit haben, Fragen der Atomtheorie glücklich auflösen können und ihre Prophezeiungen über den Ausgang von Experimenten werden, wenn sie richtig gerechnet haben, genau übereinstimmen. In der Tat, die Form der Quantentheorie ist heute noch nicht geklärt, wenn auch der Inhalt feststeht.

Und woran liegt das? In Wiederholung einer vorangegangenen Bemerkung möchte ich zunächst sagen: Dieser Stand der Dinge weist uns darauf hin, daß die Quantenmechanik in enger Beziehung steht zu ungelösten Problemen der Physik. Diese habe ich auch bereits angedeutet, als ich von gewissen Lücken sprach, die bei den meisten Anwendungen noch keinen Anlaß zu Schwierigkeiten geben, die jedoch deutlich werden durch das Versagen der Theorie hinsichtlich der Atomkerne.

In diesem Versagen offenbart sich das Rätsel des „Bestehens" der kleinsten uns bekannten Materieteilchen, Elektronen, Protonen, Neutronen und das Rätsel ihrer Eigenschaften. Und wer ernsthaft ringt um die beste Formulierung der Quantentheorie, der muß sich mit der Sphinx dieses Rätsels herumstreiten.

Die Lage ist derjenigen nicht unähnlich, die seinerzeit bei der Gestaltung der klassischen Elektrodynamik auftrat. Aber in einer Hinsicht ist sie merkwürdig anders. Lebhafter, als man es seit vielen Jahren gekannt hat, wird in der modernen Fachliteratur und in modernen Lehrbüchern „philosophiert". Man muß beinahe hundert Jahre zurückgehen, um die gleiche Einstellung wiederzufinden. Das war die Zeit der Romantik. Damals haben vor allem Forscher in den germanischen Ländern ihre fachlichen Schriften mit metaphysischen Betrachtungen gemengt. OERSTED experimentiert und bespiegelt zugleich. Der junge HELMHOLTZ „hegelt" brav in seiner Schrift über die Erhaltung der Energie. Und heutzutage wimmelt es von Betrachtungen über Kausalität, Determinismus, über den Gegensatz subjektiv, objektiv und was noch alles. Sie verstehen, daß bei diesem Stand der Dinge die Persönlichkeit des Forschers stärker in der Literatur zur Geltung kommt, als man sonst erwarten sollte. Ja, die Persönlichkeit kann sogar der ganzen Fachliteratur ihr Gepräge geben.

Das überzeugendste Beispiel dafür ist wohl der Einfluß von NIELS BOHR. Wenige haben sich so wie er um die Gestaltung der Gesetze der modernen Quantentheorie bemüht. Das hängt mit einem tiefen Zug seiner Persönlichkeit zusammen. Er hat mal von sich selbst gesagt: „Meine Methode zu arbeiten besteht darin, daß ich das zu sagen trachte, was ich eigentlich nicht sagen kann, weil ich es nicht begreife." Und so ist sein Denken ein unaufhörliches Ringen um den Ausdruck. Um den vorhin gemachten Unterschied zwischen Inhalt und Form heranzuziehen möchte ich sagen: Die Erzielung neuer Ergebnisse, die Bereicherung des Inhalts der Wissenschaft ist bei BOHR das Ergebnis seines Ringens um die Form. Das Denken ist bei ihm stets ein solcher Kampf. So verstehen wir, daß BOHR sich mit aller Kraft auf das Problem der Formgebung der modernen Quantentheorie geworfen hat; daß gerade er sich so mühte, die großen Entdeckungen von DE BROGLIE, HEISENBERG, SCHROEDINGER und DIRAC zu vereinigen zur Krone seines eigenen Werkes aus den Jahren 1913—1925, daß er die ganze Quantentheorie zu einer möglichst harmonischen Einheit gestalten wollte.

Der Kampf um die Form geht weiter, ich sagte bereits, warum. Viele Physiker kämpfen mit, jeder nach seinen Kräften. Es würde mich zuweit führen, ausführlich auf das typisch Persönliche von BOHRS Auffassungen einzugehen, aber einiges will ich doch darüber sagen. Es besteht vielfach der Grundsatz: Was nicht klar gesagt werden kann, das ist auch nicht begriffen und bleibe deshalb besser ungesagt. Auf den ersten Blick ist wenig dagegen einzuwenden. Es ist eine Regel, die sich gewiß jeder Verfasser einer wissenschaftlichen Arbeit zu Herzen nehmen sollte. Nun, BOHRS Schriften über die Grundlagen der Quantentheorie verstoßen ständig gegen diese Regel; der Leser, der seinen Stil zum erstenmal kennenlernt, hat den Eindruck, daß keine Definition, keine Auffassung, keine Schlußfolgerung scharf und deutlich ist. BOHR findet keine Möglichkeit, vollkomen scharf zu denken; die Sprache, das Fahrzeug des Denkens, ist ein Fahrzeug ohne Räder. Von allen Seiten wird daran gezerrt, und der Fuhrmann ist beinah blind. Aber nein! Bei BOHR sieht er besser als bei vielen anderen, deren Stil dem Ideal einer klaren Genauigkeit formal nahekommt. Unser Denken mag die Schärfe, die es erstrebt, niemals verwirklichen können; BOHRS Gedankengang ist seinem Wesen nach so scharf, so kritisch, wie man sich nur wünschen kann. Sein Fahrzeug mag plump sein; es macht keine grillenhaften unbedachten Bewegungen. Es gerät nicht auf das Glatteis schönklingender, metaphysischer Bespiegelung. Und wenn Vorsicht und Vorbehalt auszudrücken ist, dann hat er Worte zur Verfügung. Nur ungern entsage ich mir selbst den Genuß, Ihnen einige Beispiele anzuführen. Es würde zuviel Zeit kosten. Ich begnüge mich mit dem Hinweis auf ein typisches Beispiel: BOHRS vor Laien gehaltene Rede „Licht und Leben". Naturwiss. **21**, 245 (1933). Der aufmerksame Leser von BOHRS Schriften wird nicht nur erkennen, wie sorgfältig alles überlegt ist und wie gekämpft wird mit dem Unbekannten, er wird zugleich die Persönlichkeit fühlen, die einer ganzen Periode in der Periode der Physik ihr Gepräge gab.

Der estländische Ölschiefer und seine Verwendung in industriellen Feuerungsanlagen.

Von P. KOGERMAN, Tartu.

Während des Weltkrieges und in den unmittelbar darauffolgenden Jahren wurde die Aufmerksamkeit der führenden Kreise und der Fachleute immer mehr auf die Ausnutzung einheimischer Naturprodukte gelenkt, und in Ländern, wo Naphthavorkommen nur in geringen Mengen oder gar nicht vorhanden waren, suchte man flüssige Brennstoffe, nach denen die Nachfrage in diesen Zeiten ganz besonders gestiegen war, aus einheimischen Produkten zu gewinnen. Aber auch in naphthareichen Ländern, wie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Rußland, sah man mit einer gewissen Besorgnis in die Zukunft, da die Geologen damals ein Versiegen der Naphtha-

quellen in den 50er Jahren unseres Jahrhunderts voraussagten. Von sämtlichen Naturprodukten, die als Naphthaersatz in Betracht kommen, verdienen in erster Linie die *Brenn-* oder *Ölschiefer* berücksichtigt zu werden (1, 11). Die im Laufe der letzten 8 Jahre rasch anwachsende Naphthaförderung und die damit unmittelbar zusammenhängende Überproduktion an flüssigen Brennstoffen und das Fallen der Preise für Naphthaprodukte auf dem Weltmarkt hemmten stark die Entwicklung der Brennschieferindustrie.

Nur in Schottland, Estland und seit den letzten Jahren auch in der Mandschurei hat die Ölschieferindustrie große Fortschritte zu verzeichnen, die allgemeine Beachtung verdienen. Im vorigen Jahr ist auch in Australien die Frage einer technischen Verwertung der Ölschiefer aufgeworfen worden (2).

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Ölschieferförderungen in Schottland und Estland und die Weltproduktion an Brennschiefern in 5 Jahren, von 1925—1929 (13). Über die Ölschieferweltproduktion im Laufe der letzten Jahre fehlen dem Verfasser leider die Angaben. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß beinahe 80% der Weltproduktion an Ölschiefern im Jahre 1928/29 auf Schottland entfallen, etwa 18% auf Estland und auf alle anderen Länder nur etwa 3%.

Tabelle 1. Die Weltproduktion an Ölschiefer in 5 Jahren (Tonnen). (Nach SWINNERTON.)

	1925	1926	1927	1928	1929
Tasmania	835	2161	3201	2637	4368
Estland	288104	431719	397609	446118	517652
Frankreich	67127	69190			76000
Deutschland	400	10	480	670	603
Italien	2700	10290	12090	7388	1331
Rußland	1130	4095	9434	562	
Spanien	67500		54337	54110	54900
Schottland	2504390	1991250	2047000	2038000	2023609
Vereinigte Staaten		5500	7600	1928	1767
Total etwa	2932204	2514215	2531751	2551414	2680230

Der estländische Brennschiefer.

Im Hinblick auf den chemischen Charakter der aus ihnen gewonnenen Öle können die Brennschiefer, ebenso wie die Naturnaphtha, in 2 Gruppen eingeteilt werden: die „Asphaltbrennschiefer" und die „Paraffinbrennschiefer". Als Beispiel der 1. Gruppe kann der estländische Brennschiefer erwähnt werden; der schottische und mandschurische Brennschiefer sind Beispiele der 2. Gruppe. Der estländische Brennschiefer — Kuckersit — ist ein Mineral von hellbrauner bis dunkelbrauner Farbe. Es ist einer der ältesten und reichsten Brennschiefer der ganzen Welt; die Fundstätte liegt im unteren Silur (Ordovitium) und gehört zu der Kuckersstufe (14). Das Vorkommen liegt in der Richtung Tallinn(Reval)—Narva längs der Eisenbahn von der Station Rakwere bis zur Station Waiwara (von Westen nach Osten) auf einer Strecke von 80 km und ist (von Norden nach Süden) über 40 km breit.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Durchschnitt der Schichten Estlands in der Nähe von Kohtla

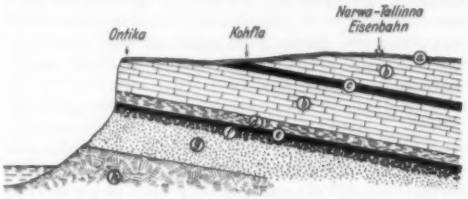

Fig. 1. Schematische Darstellung der kambrosilurischen Schichten in Nord-Estland: *a* Mergel; *b* Kalkstein; *c* Brennschiefer (Kuckersit); *d* Glaukonit; *e* Dictyonemaschiefer; *f* Fosforit; *g* Sandstein; *h* der „blaue Ton".

am Ufer des Finnischen Meerbusens, und Fig. 2 ein Schema der Brennschieferschichten. In den staatlichen Brennschieferwerken werden bis zu 2,5—3,5 m der Brennschieferschichten (miteingerechnet die Kalklagen) aufgearbeitet. Seit den letzten Jahren wird der Brennschiefer vorzugsweise im Grubenbau (Tiefbau) gefördert.

Zusammensetzung des Ölschiefers.

In den Stollen enthält der Brennschiefer im Mittel 12—15% Feuchtigkeit. Die chemische Zusammensetzung einer Brennschieferprobe in Stücken (1. Sorte) war im Jahre 1931 im Mittel folgende: Feuchtigkeit = 11,8%, CO_2 = 10,7%, Mineralasche = 35—36%, Gesamtasche = 46,3%, organische Bestandteile etwa 42%. Mittleres spez. Gew. = 1,5. Verbrennungswärme des reinen organischen Stoffes etwa 8900 Kcal., der Verbrennungswert des Brennschiefers in Stücken im Mittel 3500 Kcal. und des Ölschieferfeinzeugs etwa 2200 Kcal.

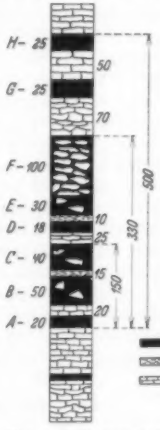

Fig. 2. Schematischer Schnitt durch die Schichten im Rayon der Staatlichen Gruben: 1 Brennschiefer; 2 bituminöser Kalkstein; 3 Kalkstein.

Die technische Verwendung des Ölschiefers.

Dank dem hohen Gehalt an organischen Stoffen kann der estländische Brennschiefer unmittelbar als Brennstoff verwendet werden. Es wird auch von den Zementfabriken an Stelle von Steinkohle benutzt, wobei die Brennschieferasche im Klinker verbleibt[1] (3). Der Brennschiefer kann auch zur Leuchtgasgewinnung Verwendung finden, doch enthält dieses Brennschiefergas 13—14% CO_2. Gasausbeute: etwa 283 cbm aus einer Tonne Brennschiefer. Der wichtigste Zweig der Brennschieferindustrie ist aber die Brennschieferschwelung bei niedrigen Temperaturen zwecks Gewinnung des Brennschieferöles. Gegenwärtig arbeiten in Estland 3 Ölschieferdestillationsanlagen; die Ausbeute an Brennschieferöl im Laufe der letzten 5 Jahre ist in der Tabelle 2 gegeben.

Tabelle 2. Die Ausbeute an Schieferöl in Estland in metr. Tonen.

	1929	1930	1931	1932	1933
Ölschiefer für Schwelung	61896	54781	106920	198250	202099
Ausbeute an Rohöl	11286	10006	17622	36595	37617

Eine Beschreibung der Retorten zur Brennschieferdestillation und Mitteilungen über die Brennschieferpyrolyse bei verschiedenen Temperaturen hat der Verf. schon früher gegeben (6, 7, 8); hier sei nur bemerkt, daß in Retorten neuer Konstruktion 21—23% vom Brennschiefertrockengewicht an Öl gewonnen wird; das Rohöl enthält 20—25% Rohbenzin.

Die Verbrennung des Ölschiefers in Feuerungsanlagen.

Auch jetzt noch wird aber der größte Teil des in Estland geförderten Brennschiefers, und zwar etwa 300000 t pro Jahr, direkt als Brennstoff in Fabriken und zum Heizen von Güterzuglokomotiven verwendet; im letzten Falle — Brennschiefer erster Sorte in Stücken, in den Fabriken — Brennschieferfeinzeug (3. Sorte). In Fig. 3 und 4 sind schematische Grundrisse der in Estland gebräuchlichsten Feuerungsanlagen zu sehen, wie sie von den Werken Franz Krull A.G. (Tallinn) gebaut werden; zwei derartige Feuerungsanlagen lieferten diese Werke für Kesselheizungen, zwei für die Destillationsöfen der Eesti Kiviöli A.Ü. (Estnische Steinöl A.G.) und drei für die Baltische Baumwollspinnerei-Manufaktur; im ganzen arbeiten also in Estland 7 Feuerungsanlagen solcher Art. Es folgt eine kurze Beschreibung derselben.

Der Füllschacht wird mit Brennschiefer beschickt; der Brennstoff gelangt durch den Schieber auf bewegliche, schräg gestellte Roststäbe; die Rostelemente bestehen aus gußeisernen Rahmen mit eingelegten gußeisernen oder eisernen Gittern, die mit 1—2 mm breiten Spalten für die Luftzufuhr versehen sind. Die ganze Rostfläche besteht aus zwei Teilen: einem vorderen und einem hinteren; jeder für sich kann durch einen eigenen Antrieb in Bewegung gesetzt werden. Von vorn gesehen sind die 1., 3., 5., 7. usw. Reihen der Rostelemente in einem Rahmen aus Profileisen befestigt, der sich, sagen wir, im gegebenen Augenblicke nach vorne zu bewegt, während die 2., 4., 6. usw. Reihe der Rostelemente in einen anderen analogen Rahmen eingelegt sind, der sich im selben Augenblick nach rückwärts bewegt. Jede Reihe der Rostelemente bewegt sich also in einer der nächsten Reihe entgegengesetzten Richtung. Die Schwingungsamplitude dieser Bewegung (die Lagenveränderung der Rostelemente) beträgt etwa 80 mm, wobei die Anordnung des Antriebes es ermöglicht, diese Länge von 0—max. zu variieren; in Abhängigkeit davon ändert sich die Anzahl der Rostbewegungen in der Zeiteinheit. Unter dem Rost sind drei Bunker für Asche und Luftzufuhr angebracht. Der letzte (3. Bunker), von der Feuerungsfront gerechnet, ist ausschließlich für Aschen- und Schlackenabfuhr bestimmt. In den ersten und zweiten fallen feiner Brennschiefer und Asche durch; dabei kann das in Bunker 1 Durchgefallene, das vorzugsweise aus angetrocknetem, aber noch nicht verbranntem Brennschiefer besteht, durch einen speziellen Elevator in die Feuerung zurückbefördert werden. Die Luftzufuhr zu Bunker 1 und Bunker 2 wird für jeden Bunker einzeln reguliert und richtet sich nach der Verbrennungsintensität des Ölschiefers auf dem Rost. Die Strahlungsgewölbe sind derart angeordnet, daß die Wärme auf die günstigsten Stellen zurückgestrahlt wird: dies muß bei Brennschieferfeuerungen ganz besonders sorgfältig durchkonstruiert sein, wenn man eine ununterbrochene Verbrennung und eine richtige Verteilung längs dem ganzen Rost der Trocknungszone des Brennschiefers, der Zone seiner Flammenverbrennung und der Zone der Kohlenstoffverbrennung aus Asche und Schlacken erzielen will.

Durch Kombination dieser Feuerungsanlage mit einer Gas- oder Ölfeuerung (die Öfen der Eesti Kiviöli A.Ü.) wurde eine vollständigere Gasverbrennung im Feuerraum erreicht und die Rauchbildung verringert. Die eben von der Papierfabrik in Türi unternommenen Versuche, die Brennschieferfeuerung auf Kettenrosten für Kohlen mit einer Ölfeuerung zu kombinieren, haben gezeigt, daß eine Rauchbildung vermieden werden kann, was bei ausschließlicher Brennschieferfeuerung schwer zu erreichen ist und nicht immer gelingt.

Fig. 3 zeigt Kesselfeuerung Nr. 3 der Baltischen Baumwollspinnerei-Manufaktur im Schnitt. Der Kessel hat 342 qm Heizfläche. System: Steilrohrkessel, von den Skoda-Werken in der Tschechoslowakei erbaut. Dampf von 25 atü und 350° C. Ein Economiser von kleinen Abmessungen ist vorhanden. Die Feuerung ist eine Konstruktion der Baltischen Baumwollspinnerei-Manufaktur. Rostfläche: 18,3 qm. Breite des Feuerraumes: 2,9 m. $\frac{\text{Heizfläche des Kessels}}{\text{Breite der Feuerung}} = \frac{\text{Nk}}{\text{B.d.F.}} = 118$ qm auf 1 m der Feuerungsbreite. $\frac{\text{Rostfläche}}{\text{Nk}} = \frac{\text{R}}{\text{Nk}} = \frac{1}{18{,}7}$; Verdampfungsziffer für 1 kg Ölschieferfeinzeug im Mittel: 2,7. Auf 1 qm Rostfläche können stündlich 200 kg Brennschiefer verbrannt werden. Die Dampfleistung des Kes-

[1] Der Brennschiefer wird in gemahlenem und vorgetrocknetem Zustande der Feuerung zugeblasen.

sels beträgt im Mittel 9300 kg, bei einer Belastung von 27—28 kg Dampf pro Quadratmeter und Stunde. CO_2-Gehalt in den Abgasen: 10,0—13%. Der Wirkungsgrad von Kessel, Überhitzer und Economiser 72%.

Auf Fig. 4 ist eine Kesselfeuerung dargestellt; dieses System wird bei den Öfen der Eesti Kiviöli A.Ü. verwendet. Der Unterschied von der vorhergehenden Feuerung besteht darin, daß das vordere und hintere Gitter in derselben schiefen Ebene liegen, und die Feuerung nicht mit Unterwind, sondern mit Saugzug arbeitet. Diese Feuerung ist bei einem Kessel System „Sterling" von 285 qm Heizfläche angebracht. Dampf von 4 atü, Überhitzung bis 350° C, ohne Economiser.

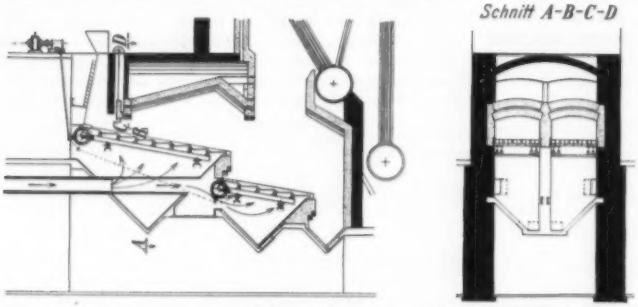

Fig. 3. Kesselfeuerung mit Unterwind für estnisches Ölschieferfeinzeug der Baltischen Baumwollspinnerei zu Tallinn.

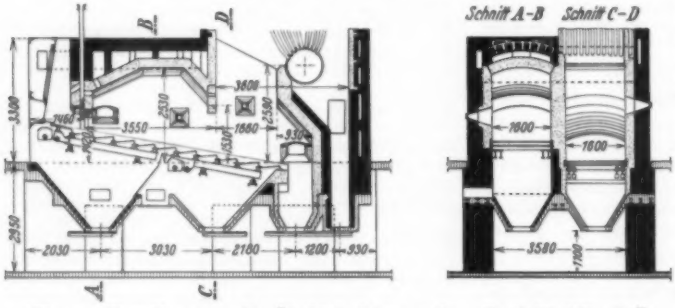

Fig. 4. Kesselfeuerung für Ölschieferfeinzeug der „Eesti Kiviöli" A.Ü.

Feuerungsanlage erbaut von den Werken *Franz Krull A.G.*, Tallinn. Rostfläche: 17 qm. $\frac{R}{Nk} = \frac{1}{16{,}75}$.

Ein Verdampfungsversuch im Oktober 1932 ergab folgendes: 1 qm Kesselheizfläche liefert 19 kg Dampf pro Stunde. Die Verdampfungsziffer des Brennschiefers: 2,4—2,5 kg Dampf pro 1 kg Brennschiefer. Auf 1 qm Rostfläche wurden 120 kg Brennschiefer verbrannt. CO_2 in den Abgasen im Mittel: 10,6%. Wirkungsgrad von Kessel und Überhitzer etwa 69%.

Einen großen Jahresverbrauch an Brennschiefer, und zwar etwa 40000 t, hat das städtische Elektrizitätswerk in Tallinn, wo 4 Kessel in Betrieb sind, und zwar: 2 Steilrohrkessel von Steinmüller, jeder von 250 qm Heizfläche und 79 qm Überhitzerfläche, und 2 Kessel von Babcock und Wilcox, je 368 qm Heizfläche und 134 qm Überhitzer. Die Kessel sind mit Economiser versehen. Dampfdruck von 15 atü. Jeder Kesselkomplex arbeitet selbständig; beim ersten sind Treppenroste von 19 qm Gesamtfläche eingebaut; Kesselleistung: 10000 kg Dampf pro Stunde. Beim zweiten Komplex ist die Feuerungsanlage mit 24 qm Rostfläche versehen. Leistung: 16000 kg Dampf pro Stunde. Die Treppenroste sind von der Fabrik *„Ilmarine"* A.G., Tallinn, gebaut. Jeder Treppenrost wird durch Elektromotore in Bewegung gesetzt.

Auf diesen Rosten wird Brennschiefer erster Sorte in Stücken verheizt. Durch niedrige Schütthöhe des Brennstoffs wird örtliches Verschlacken vermieden. Die Asche wird von einem Kettenförderer abgeführt und fällt durch entsprechende Schieber in Wagonetts, die von einem Aufzug in einen Aschenbunker von 100 cbm Inhalt gehoben werden; dieser Bunker ist über dem Kettenförderer angebracht und wird von Zeit zu Zeit entleert. Der CO_2-Gehalt in den Abgasen wird automatisch von einer Apparatur von Babcock und Wilcox angezeigt. Im Mittel ist der CO_2-Gehalt in den Abgasen 12%. Bedauerlicherweise beeinträchtigt der dichte Rauch, der öfters aus dem Schornstein des Kesselraumes dieser Station hervorqualmt, den schönen Anblick unserer malerischen alten Hauptstadt.

Die Ölschieferdestillationsanlage der Gold Fields Ltd. in Kothla verheizt das Ölschieferfeinzeug auf einem beweglichen Rost. Ebensolche Roste werden zum Verheizen von Halbkoks verwendet, der bei der Brennschieferdestillation in rotierenden Retorten erhalten wird. In beiden Fällen ist die Verbrennung vollständig und in den Abgasen ist kein Rauch (schwarze Kohlepartikel) zu bemerken.

Die zur Ölschieferverbrennung notwendige Luftzufuhr.

Der organische Anteil des unverwitterten Brennschiefers zeigt eine beinahe konstante Zusammensetzung, und zwar im Mittel folgende: C = 76,6%, H = 9,1%, N = 0,3%, S = 1,8% und O (aus der Differenz) = 12,2%. Zur Verbrennung benötigt 1 kg eines solchen organischen Stoffes theoretisch 8,9 cbm Luft bei 0° und 760 mm. Da das Ölschieferfeinzeug (3. Sorte) etwa 32% organische Stoffe enthält, sind zur Verbrennung von 1 kg dieses Brennstoffes theoretisch nur 3 cbm Luft erforderlich. Eine von den Eigenarten des estländischen Brennschiefers ist der hohe Gehalt an $CaCO_3$ im Mineralanteil desselben; CO_2-Gehalt des Brennschiefers: 10—12%. Bei der Feuerungstemperatur (über 900°) zersetzen sich die Karbonate, und ein Teil des bei der Dissoziation freigewordenen CO_2 wird von den Verbrennungsgasen mitgerissen (9, 10). Die Aschenanalysen zeigen, daß in der Regel die Hälfte des gesamten CO_2-Gehaltes in der Asche verbleibt,

so daß nur etwa 6% CO_2 von den Verbrennungsgasen fortgerissen werden; diese CO_2-Menge, aus Karbonaten stammend, vergrößert den CO_2-Gehalt in den Abgasen bei theoretisch erforderter Luftzufuhr um 1 Vol.-%, so daß in den Abgasen an Stelle der aus dem organischen Gehalt berechneten 16,9% CO_2 17,9% zu erwarten wären. In der Praxis werden, wie erwähnt, 10—12% CO_2 in den Abgasen gefunden, woraus sich errechnen läßt, daß die oben beschriebenen Fabrikfeuerungsanlagen mit 50—80% Luftüberschuß arbeiten.

Für einen Brennstoff mit hohem Aschengehalt ist eine Regulierung der Luftzufuhr ganz besonders wesentlich; bei einem nur geringen Luftüberschuß verbrennt der organische Anteil nicht vollständig, bei zu großer Luftzufuhr kann die Temperatur im Feuerraum stark sinken, was den Kesselnutzeffekt herabsetzen muß (5, 12). Durch Luftvorwärmung läßt sich hier Abhilfe schaffen. Wie die Vorversuche der Papierfabrik in Türi gezeigt haben, kann der Wirkungsgrad durch Temperaturerhöhung in der Feuerung verbessert werden. In genannter Industrie erreicht man die Temperatursteigerung in der Feuerung dadurch, daß man mit Hilfe eines Spezialbrenners Brennschieferöl als Zusatz verbrennt, dessen Menge 10—12% des insgesamt verheizten Brennschiefers ausmacht. Es wird dabei eine vollständige rauchlose Verbrennung erzielt.

Was die Wirtschaftlichkeit des Ölschiefers als Brennstoff anbelangt, so konnte unser Ölschiefer bei den Marktpreisen auf feste Brennstoffe in Estland bis jetzt mit der importierten Steinkohle konkurrieren.

Zum Schluß möchte ich Herrn Dipl.-Ing. N. WIEGAND für die vielen technischen Angaben meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

Literatur:

1. V. C. ALDERSON, The Oil Shale Industry. New York 1920. — 2. ANON, Australian Shale Oil. Petr. Times **1934**, Juli 28. — 3. P. I. DUBOV u. V. V. TSCHELINZEV, Ölschiefer und ihre technische Ausnutzung. (Russisch.) Leningrad 1932. — 4. H. FREYMUTH, Städtische Elektrizitätswerke in Tallinn. *Tehnika Ajakiri* (Zeitschrift für Technik, Estnisch) **1932**, Nr 2/3. — 5. W. F. GOODRICH, The Utilisation of Low Grade and Waste Fuels. London 1924. — 6. P. KOGERMAN, The Oil-Shale Industry of Estonia. Tartu 1927. — 7. P. KOGERMAN, On the Chemistry of the Estonian Oil Shale „Kukersite". Tartu 1931. — 8. P. KOGERMAN, The Carbonisation of Oil Shales. *L'Energia Termica* **1933**, Nr 3; **1934**, Nr 1. — 9. E. MALTENEK, *Tehnika Ajakiri* **1932**, Nr 1. — 10. E. MALTENEK, *Tehnika Ajakiri* **1934**, Nr 9. — 11. R. H. MCKEE, Oil Shale. New York 1925. — 12. P. SCHLÄPFER u. E. HÖHN, Mitteilungen über Ersatzbrennstoffe und die Verwendung derselben in industriellen Feuerungsanlagen. Zürich 1917. — 13. A. A. SWINNERTON, A World Survey of Recent Oil Shale Developments. Department of Mines, Ottawa, Canada, Memorandum Series **1932**, Nr 53. — 14. H. v. WINKLER, Der estländische Brennschiefer. Tallinn 1929.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Der Einfluß chemischer Reaktionen auf Kathode und Anode einer Bogenentladung.

Bei der Aufstellung des elektrischen Energiegleichgewichtes an den Brennflecken der Elektroden einer Bogenentladung sind schon frühzeitig chemische Umsetzungen zwischen dem heißen, teilweise dissoziierten Bogengas und dem Elektrodenmaterial berücksichtigt worden. In den bisher wohlbekannten Fällen, wie beispielsweise beim Kohlebogen oder Kupferbogen in atmosphärischer Luft, ist aber die der Oxydation entsprechende Reaktionswärme gegenüber den anderen Gliedern des Energiegleichgewichtes zu vernachlässigen.

Von prinzipieller Bedeutung scheinen dagegen chemische Reaktionen an Metallelektroden in Gasen für die Aufrechterhaltung der Brennflecktemperatur zu sein. Einfache Verhältnisse herrschen an der Anode von Metallbogen. Die anodische Brennflecktemperatur für Cu in Luft folgt aus der Gleichheit der kinetischen + potentiellen Energie der auf die Anode treffenden Elektronen, also Anodenfall- + Eintrittsarbeit, und der durch Wärmeleitung aus dem Brennfleck in das Metallinnere abfließenden Wärmeenergie; demgegenüber treten Strahlungs- und Konvektionsverluste zurück. Da die anodische Temperatur, die anodische Stromdichte, die Elektroneneintrittsarbeit, und der Wärmewiderstand durch Fleckgröße und Leitfähigkeit aus Messungen[1] bekannt sind, läßt sich der Anodenfall eindeutig berechnen. Dabei ergeben sich Anodenfallwerte, die um mehr als eine Zehnerpotenz über der Mindestbrennspannung von Bogen (Kathoden- + Anodenfall!) liegen; auch die errechneten Kathodenfallwerte liegen in ähnlicher Höhe. Diese größenordnungsmäßigen Unterschiede lassen sich nicht mehr durch die Unsicherheit der in die Energiebilanz eingehenden Zahlen erklären.

Die zur Erzeugung von Metalldampf ausreichende Flecktemperatur von über 2000° K wäre verständlich, bei einem 10—100mal größeren Wärmewiderstand als nach obigem errechenbar. Eine wesentliche Drosselung erfährt der aus einem idealen Elektrodenfleck abfließende Wärmestrom durch die Annahme, daß der Brennfleck allseitig von Metallverbindungen (Oxyden) umgeben ist, deren Vorhandensein chemisch nachgewiesen ist[1] und deren Wärmeleitfähigkeit beträchtlich geringer ist als die des reinen Metalles. Das im Brennfleck geschmolzene Metall verbindet sich mit den Bogengasen gemäß dem der örtlichen Temperatur entsprechenden chemischen Gleichgewicht. Die Temperatur an der Brennfleckoberfläche reicht wohl aus, um die oberste Schicht der Metallverbindungen zu dissoziieren und reinen Metalldampf zu befreien. Die reagierenden gasförmigen Komponenten diffundieren durch das heiße bzw. geschmolzene Metall in das Innere, so daß die entstehenden Metallverbindungen an der Eintrittsstelle des Entladungsstromes gegenüber dem reinen Metall überwiegen, während sie nach der Tiefe hin an Konzentration allmählich abnehmen. Der Hauptteil des vergrößerten Wärmewiderstandes befindet sich wegen der nach der Tiefe schnell abnehmenden Wärmestromdichte unmittelbar unter dem Brennfleck, also der Stelle durch Oxydation usf. verringerter Wärmeleitfähigkeit. Die aus dem WIEDEMANN-FRANZschen Gesetz folgende Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit und die Zunahme des Elektrodenfalles fällt nicht ins Gewicht.

[1] A. v. ENGEL u. M. STEENBECK, Elektrische Gasentladungen 2, 136. Berlin: Julius Springer 1934.

[1] A. GÜNTHERSCHULZE, Ann. Physik (4) 12, 828 (1903) — A. HAGENBACH, Elektr. Lichtbogen, Handb. d. Radiol. II. A. Leipzig 1924 — E. MARX, Lichtbogenstromrichter, S. 58. Berlin: Julius Springer 1932.

Das angegebene Bild wird in quantitativer Hinsicht durch neuere Messungen der Wärmeleitfähigkeit von Metallverbindungen befriedigend gestützt. Weiterhin finden auch damit die geringe Beeinflussung von Kathoden- und Anodenfall durch veränderte Kühlung, das Umschlagen eines in einer Wasserstoffatmosphäre brennenden Eisenbogens in die Glimmentladung beim Verschwinden der Oxydation an der Metalloberfläche[1], das Nichtzünden eines Bogens zwischen vakuumgeschmolzenen Eisenelektroden in sehr reinem Argon[2] und vielleicht die Erscheinungen an wandernden Brennflecken[3] (Stoltbogen) eine befriedigende Erklärung. Eine weitere Bestärkung der Annahme wird von chemischen und metallographischen Untersuchungen erwartet.

Berlin-Siemensstadt, aus dem Röhrenwerk der Siemens-Schuckertwerke, den 1. April 1935. ALFRED VON ENGEL.

Zur Flavinbilanz im Tierkörper.

Meine an Ratten angestellten Versuche mit Flavin (bekanntlich als Vitamin B_2 und — in Verbindung mit Phosphorsäure und Protein — als Enzym wirksam) haben folgendes ergeben:

(Methodik: Überführung der flavinhaltigen Organextrakte bzw. des flavinhaltigen Harns in Lumiflavin durch Belichtung in alkalischer Lösung. Ausschütteln mit Chloroform; Fluorescenzmessung im Stufenphotometer in Verbindung mit Trübungsmesser[4].)

Bei normal ernährten Ratten ist die Flavinausscheidung durch die Faeces annähernd doppelt so hoch, wie durch den Harn, die Gesamtflavinausscheidung fand ich 3—5 γ pro Tag und Ratte.

Der Flavingehalt von Leber, Niere und Herz B_2-armer (avitaminotischer Ratten) ist gegenüber demjenigen normal ernährter Ratten sehr stark erniedrigt: ich fand in diesen Organen bei 4 Versuchsreihen mit je 4—6 Tieren nur 30% des normalen Flavingehaltes. Während der 45tägigen B_2-freien Ernährung fiel (nach einem geringen Anstieg) der Flavingehalt des Harns am 14. Versuchstag auf 0 und der Harn blieb dann *flavinfrei*. Während der Periode des Flavinabfalles wachsen die Tiere noch, gleichzeitig mit dem Aufhören der Flavinausscheidung tritt Wachstumsstillstand und schließlich Tod ein, *während die Tiere noch einen gewissen B_2-Vorrat in den Organen (etwa $^1/_3$ des normalen) besitzen.* Selbst nach zweimonatiger Fütterung mit B_2-freier Kost ist dieser Rest in den genannten Organen noch vorhanden. Zugabe von Flavin per os ruft sofort das Wachstum hervor, bevor die Reserven ergänzt sind.

Das Fehlen der Flavinausscheidung im Harn ist bei Ratten anscheinend ein gutes diagnostisches Merkmal für B_2-Avitaminose. Inwieweit dies für menschliche B_2-Avitaminosen zutrifft (dieselben sind in manchen Gegenden Nordschwedens verbreitet) soll untersucht werden.

Stockholm, Biochemisches Institut der Universität, den 2. April 1935. FRANCISCO VIVANCO.

[1] A. LOTZ, Z. techn. Physik 15, 187 (1934).
[2] G. E. DOAN u. J. L. MYER, Physic. Rev. (2) 40, 36 (1932).
[3] H. STOLT, Z. Physik 31, 240 (1925) — R. SEELIGER, Physik der Gasnetladung, S. 402. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1934.
[4] *Anmerk. bei der Korr.:* In Rücksicht auf die soeben erschienene Arbeit von KOSCHARA [Z. physiol. Ch. 232, 108 (1935)] sei besonders darauf hingewiesen, daß in der Mitteilung EULER u. ADLER (Ark. f. Kemi 11 B nr. 28), wo es sich in erster Linie um die Dialysierbarkeit des Harnflavins handelte, die Zahlenangaben ausdrücklich als „quantitative Schätzung" bezeichnet sind. Für alle genaueren Bestimmungen des Flavins bedienen wir uns seit langem der oben skizzierten Methode (vgl. meine ausführliche Mitteilung in Ark. f. Kemi 12 B nr. 6; im Druck).

Besprechungen.

Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere. Herausgegeben von CARL OPPENHEIMER. Zweite Aufl., Ergänzungswerk, II. Band, Ergänzungen zu Band IV—VI des Hauptwerkes. Jena: Gustav Fischer 1934. XVIII, 961 S. und 41 Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis brosch. RM 71.—, geb. RM 78.—.

Der II. Band des Ergänzungswerkes [vgl. die Besprechung, Naturwiss. **22**, 220 (1934)] zum Handbuch der Biochemie enthält die Ergänzungen zu den Bänden IV—VI, also die Chemie der Gewebe und Organe, Bildung der Lymphe, Chemie der postembrionalen Organe der Blutzellenbildung; Stützgewebe und Integumente der Wirbeltiere und der Wirbellosen; Muskelgewebe; Chemie des Herzens, der Gefäße und der Lunge; Chemie des Augapfels und der Neubildungen; Chemie und Physiologie der Verdauungsdrüsen; Chemie der Sexualdrüsen und ihrer Sekrete, mit Einschluß von Eiern und Milch; Verdauung, Resorption, Kotbildung; Sekretion von Giften; Exkretion von Hautabscheidungen und Tränen; Nierentätigkeit und Chemie des Harns; Fruchtwasser; Gasaufnahme und Gasabgabe; Säurebasengleichgewicht; Ernährung, Gaswechsel und Gesamtstoffwechsel. Zum Abschluß des Ergänzungswerkes fehlt noch ein dritter Band, welcher wahrscheinlich den gleichen Umfang haben dürfte, und die Bände VII—IX des Hauptwerkes ergänzen wird.

Über den Aufbau und die Gliederung ist dasselbe zu sagen, was über die beiden Halbbände des I. Bandes des Ergänzungswerkes gesagt worden ist. In dem hier behandelten Teil sind Berichte über die Weiterentwicklung der deskriptiven Biochemie enthalten, also über denjenigen Teil des weiten Gebietes der Biochemie, für den man den alten Ausdruck „chemische Anatomie" treffend wieder aufnehmen könnte. Auch der mit dem Gebiete gut vertraute muß über die gewaltige Menge von Arbeit staunen, die in den Jahren seit 1923/26 (auf die Fortschritte dieser Jahre beziehen sich die Ergänzungen) geleistet worden ist, und die hier zusammengetragen worden ist. Außer dem Gebiet der Biochemie des Menschen und der höheren Tiere ist in dem OPPENHEIMERschen Handbuch die Biochemie der niederen Tiere ausführlich berücksichtigt worden: hier sind besonders die ausgezeichneten Artikel über Stützgewebe und Integumente und über die Resorption und die Verdauung der Wirbellosen von PAUL KRÜGER zu nennen.

Über die physikalische Chemie des Blutes, Blutplasma und Blutserum berichtet L. PINCUSSEN; über die Blutgerinnung E. WÖHLISCH; über den Blutzucker K. H. BARRENSCHEEN; das Kapitel über Blutfermente von J. WOHLGEMUT enthält einen Anhang über Immunfermente von E. WERTHEIMER. Lymphe und Lymphbildung, Transsudate, Exsudate und Blutzellenbildung werden von A. MARK und von H. GERHARTZ geschildert. HANS ARON und KARL KLINKE haben die Chemie der Knochen, Zähne, Knorpeln, und Sehnen (unter Berücksichtigung der Pathologie) verfaßt; das Kapitel über Haut und Hautanhänge ist von ST. ROTHMANN, die deskriptive und physikalische Chemie des Muskelgewebes ist von OTTO FÜRTH, KARL LOHMANN und H. K. BARRENSCHEEN verfaßt. Es folgen die Kapitel über Herz und Blutgefäße von K. LOHMANN und B. WEICKER; über die Lunge von PINCUSSEN; ein ausführliches Kapitel über den Augapfel von STEINDORF und ein mustergültig kurz gefaßter Abschnitt über die Chemie der Neubildungen von A. GOTTSCHALK. Unter den Ergänzungen zum V. Hauptteil berichtet wieder JULIUS WOHLGEMUTH über Speichel, Pankreassekret, Leber und Galle; A. BICKEL über Magen und Magensaft; THEODOR BRUGSCH über den Dünndarm; hier ist auch das Physiologische ausführlich berücksichtigt. Auf männliche Sexualdrüsen bezieht sich das ganz kurze Kapitel von GERHARTZ; die weiblichen Sexualorgane

behandelt LEO ZUNTZ, die Chemie der Eier J. PAECHTNER, die Milchdrüse und Milch in einem ausführlichen Kapitel W. GRIMMER.

Die Verdauung der Wirbeltiere ist in einem großen Kapitel von ARTHUR SCHEUNERT, die Resorption von PINCUSSEN, die Kotbildung und Chemie des Kots von FR. W. KRZYWANEK behandelt. Über Hautausscheidungen schreibt S. ROTHMANN, über Tränen A. v. RÖTTH, über Giftausscheidungen TH. A. MAASS, über Chemie der Niere, physikalische Chemie des Harns und Chemie des Harns PINCUSSEN, über die Tätigkeit der Niere — hier haben wir wieder ein physiologisches Kapitel — ROBERT E. MARK. Das schöne Kapitel über das Säurebasengleichgewicht stammt von KLOTHILDE GOLLWITZER-MEIER, über die Gase des Körpers, den Austausch der Gase, über den respiratorischen Umsatz und den Gesamtstoffwechsel, mit Berücksichtigung der Beeinflussung durch äußere Einflüsse, durch endogene Faktoren und durch Muskelarbeit, ferner über die Energetik des Organismus berichtet in sehr inhaltsreichen Kapiteln GÜNTHER LEHMANN, Dortmund. Diese Abteilung enthält ferner die allgemeine Betrachtung über die biochemischen Grundlagen der Ernährung von ARON und KLINKE, über die theoretischen Grundlagen der Stoffwechsellehre von G. v. WENDT, und ein Kapitel über die spezifisch-dynamische Wirkung von E. GRAFE.

Die Darstellungen stehen durchwegs auf einer hohen Stufe, was Sorgfalt und Genauigkeit in der Berücksichtigung des Materials, sowie kritische Verarbeitung betrifft, und der Referent möchte hier nicht einmal zwischen den einzelnen Kapiteln Unterschiede hervorheben. Wie gewöhnlich im Handbuch der Biochemie, ist das Datum des Einlaufs und Abschluß der Revision vermerkt. Das Datum des Abschlusses der Kapitel liegt zwischen September 1933 und Juni 1934. In manchen Kapiteln wird der Zustand der Frage, von dem aus das Kapitel beginnt, in einer kurzen, kursiv gedruckten Zusammenfassung dargestellt. Es wäre dankenswert gewesen, wenn von dieser Form in weiterem Ausmaß Gebrauch gemacht worden wäre. Man hätte auch vielleicht Raum sparen können, wenn man Wiederholungen aus dem Ergänzungsband vermieden hätte.

Es muß bemerkt werden, daß die Druckereikorrektur nachlässiger ist, als man dies bei ernsten wissenschaftlichen Werken gewohnt ist; insbesondere sind die Namen der Autoren in den Zitaten oft zur Unkenntlichkeit entstellt. Es ist auch unverständlich, warum z. B. auf S. 934 die ganze Tabelle von TEROINE und BONNET in französischer Sprache abgedruckt worden ist.

Dieser Band des Ergänzungswerkes zum OPPENHEIMERschen Handbuch ist, wie seine Vorgänger, ein für den Forscher und Lehrer in dem weitesten Gebiet der reinen und angewandten Biochemie unentbehrlich, und es ist dem Herausgeber, den Autoren und Verlag zu danken, daß sie in dieser Form, und in so schneller Folge das Handbuch aktuell und gebrauchsfähig erhalten.

I. K. PARNAS, Lemberg.

EUCKEN, ARNOLD, **Grundriß der physikalischen Chemie.** 4. Aufl. Leipzig: Akad. Verlagsges. 1934. XXIII, 698 S. und 179 Abb. 16 cm × 24 cm. Preis geh. RM 27.—, geb. RM 29.—.

Während an ausführlichen Darstellungen der physikalischen Chemie kein Mangel herrscht, liegen als Einführungen in diesen Gegenstand in deutscher Sprache nur das EGGERTsche Buch und der EUCKENsche Grundriß vor. Er erscheint nun in neuer, dem ausgreifenden Fortschritt der Physik angepaßter und erheblich erweiterter Auflage.

Im ersten Teil — der thermischen Zustandsgleichung — ist die ursprüngliche Disposition beibehalten; bei der Besprechung der Eigenschaften der Gase, Flüssigkeiten und Festkörper wird im Anschluß an die frühere Darstellung zuerst das Tatsachenmaterial, dann die phänomenologische und endlich die kinetisch-statistische Behandlung gebracht. Für den in das Gebiet eindringenden Schüler ist diese scharfe Einteilung didaktisch von großem Nutzen; erinnert sie ihn doch immer wieder an die drei Wurzeln, auf welche jede physikalisch-chemische Arbeit und Erkenntnis zurückgeht.

Es folgt ein Kapitel über die kalorische Zustandsgleichung, d. i. Thermodynamik und Gleichgewichtslehre. Bewußt wird auch hier das Gesetzliche in den Vordergrund gestellt, um klarzumachen, daß auch stofflich sehr weit auseinanderliegende Erscheinungen einander gesetzlich naheliegen können. Dann wird in einem Abschnitt die Reaktionskinetik und Diffusion wiedergegeben und hierauf nach einer kurzen und klaren Darstellung der klassischen Elektrizitätslehre zur Schilderung der elektrochemischen Erscheinungen übergegangen. In allen Fällen werden die neuesten experimentellen und theoretischen Ergebnisse mitberücksichtigt und vorzüglich der Gesamtdarstellung eingegliedert.

Besondere Sorgfalt ist dem nächsten Abschnitt gewidmet, der das Eingreifen der Quantenlehre und die moderne Atomphysik schildert.

Ganz besonders hervorzuheben ist der Reichtum an zahlenmäßigen Angaben, die in den sehr zahlreichen Tabellen zusammengetragen sind. Er bewirkt, daß das Gefühl des Lernenden für das Quantitative gestärkt wird und vermittelt dem Gebraucher des Buches ein großes Material der neuesten und verläßlichsten Werte beinahe aller wichtigen chemisch-physikalischen Größen. Ein gewisses, sicheres Gefühl für die quantitativen Verhältnisse — Gleichgewichte, Reaktionsgeschwindigkeit, Diffusion, kalorisches Verhalten — zu gewinnen ist aber für den Physikochemiker ebenso wichtig, wie etwa für den Anorganiker oder Organiker die gefühlsmäßig richtige stoffliche Einschätzung gegebener chemischer Verhältnisse.

Neben dieser Erziehung zum Quantitativen und Gesetzlichen muß aber noch besonders auf die gründliche und klare Darstellung der prinzipiellen Grundlagen und der tieferen Zusammenhänge hingewiesen werden. Es ist wohlbekannt, daß sich gerade beim Studium der physikalischen Chemie an manchen Stellen recht erhebliche gedankliche Schwierigkeiten ergeben, deren Überwindung selbst in den Vorlesungen oft nur mühsam gelingt. Ein enger Anschluß an die im „Grundriß" gewählte Darstellung wird hier fast immer aus jeder Verlegenheit helfen.

So kann die neue Auflage des EUCKENschen Buches nicht nur jenen bestens empfohlen werden, welche physikalische Chemie lernen wollen, sondern auch denjenigen Lehrern dieses Faches, die bestrebt sind, unter Mitverwendung aller didaktischen Erfahrungen ihren Schülern auch die letzten Besonderheiten und Zusammenhänge aufzudecken.

H. MARK, Wien.

STUART, H. A., Königsberg: **Molekülstruktur** (Bestimmung von Molekülstrukturen mit physikalischen Methoden). Bd. XIV der Sammlung „Struktur und Eigenschaften der Materie". Berlin: Julius Springer 1934. X, 389 Seiten und 116 Abbild. 14 cm × 22 cm. Preis geh. RM 32.—, geb. RM 33.80.

Inhaltsübersicht: I. Theorie der Valenz- und Molekularkräfte (S. 1—28): Kurzer Überblick über die Systematik der Kräfte zwischen unmittelbar und nicht un-

mittelbar gebundenen Atomen desselben Moleküles und zwischen Atomen verschiedener Moleküle; Abriß der Quantentheorie der chemischen Bindung. *II. Bestimmung der Größe und Form der Moleküle* (S. 28—56) nach älteren mehr qualitativen Methoden. *III. Das Kerngerüst der Moleküle* (S. 56—84): Verwertung der Röntgen- und Elektronen-Interferenzen und der Rotationsfeinstruktur in Absorption zu Angaben über Trägheitsmomente, Kernabstände, Valenzwinkelung. *IV. Die innere Beweglichkeit der Moleküle* (S. 84—102): Stabilität der Valenzwinkel und Kernabstände; Aussagen der Verbrennungswärmen über das innermolekulare Potential und die freie Drehbarkeit. *V. Elektrisches Moment und Molekülstruktur* (S. 102—167): Die Aussagen der Dipolmoment-Forschung. *VI. Polarisierbarkeit und Molekülstruktur* (S. 167—249): Rückschlüsse aus der Depolarisation des klassisch gestreuten Lichtes und aus dem Kerreffekt auf die optische Anisotropie (Polarisierbarkeitsellipsoid) der Moleküle. *VII. Die Eigenschwingungen der Moleküle* (S. 249 bis 350): Verwendung der Aussagen des Elektronenbanden-, des Raman- und Absorptionsspektrums (Ultrarot) sowie der spezifischen Wärmen zu Aussagen über die Eigenschwingungen und die sie bedingenden Moleküleigenschaften. *VIII. Potentialkurven und Dissoziationsarbeiten von Molekülen* (S. 350—362): Das Frank-Condonsche Prinzip und die optische Bestimmung der Dissoziationsarbeit. *Anhang* (S. 362—389): Tabellen über Molekülkonstante; Namen-, Sach-, Tabellenverzeichnis.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, „eine kritische Sichtung und Gegenüberstellung" der mit den modernen physikalischen Methoden gewonnenen Aussagen über die Molekülstruktur durchzuführen, da „eindeutige Strukturbestimmungen nur durch weitgehende Kombination der von den einzelnen Methoden erzielten Ergebnisse zu gewinnen sind". Wie die Inhaltsübersicht zeigt, handelt es sich im wesentlichen um die Elektronen- und Röntgeninterferenzen, um die nach verschiedenen Methoden erhältlichen Rotations- und Schwingungsspektren, um die Dipolmomente und um klassische Streuung und Kerreffekt. Über diese Methoden und ihre Ergebnisse wurde in den letzten Jahren teils in eigenen Monographien, teils in den einschlägigen Handbüchern (Handbuch der Physik, Handbuch der Stereochemie, Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Fortschritte der Chemie usf.) ausführlichst berichtet in einem Gesamtumfang, der den Umfang des vorliegenden Buches um ein Vielfaches übersteigt. Man kann leicht ermessen, wie schwierig es in jeder Hinsicht sein muß, alles dies in einer einzigen Monographie zusammenzufassen, ohne durch die gebotene Beschränkung den Wert und die Beweiskraft der einzelnen Methoden zu schmälern. Und doch sind solche zusammenfassende Bearbeitungen, wie sie von F. K. Herzfeld im Handbuch für Physik und von Stuart in der vorliegenden Monographie gegeben werden, gerade in jenen Entwicklungszeiten der Forschung unentbehrlich, in denen die einzelnen Methoden trotz mehr oder weniger gleichem Ziel notgedrungen getrennt marschieren müssen. Darum muß man den Herausgebern danken, daß sie die Arbeit angeregt haben, dem Verfasser, weil er die Arbeit geleistet hat, dem Verlage, weil er der Arbeit Unterkunft — und, wie bei Springer immer, eine sehr „standesgemäße" Unterkunft — gewährt hat. Mag man nun mit Stuarts Ausführungen restlos einverstanden sein oder mag sich hier und da der Widerspruchsgeist regen: Sicher scheint dem Referenten zu sein, daß das Buch seinen Zweck erfüllen, dem Außenstehenden einen Überblick verschaffen, dem Anfänger das Einarbeiten erleichtern und dem bereits auf diesem Gebiete Tätigen Anregungen geben wird.

K. W. F. Kohlrausch, Graz.

Hand- und Jahrbuch der chemischen Physik. Herausgegeben von A. Eucken und K. L. Wolf, Band 9/II: Finkelnburg, W., R. Mecke, O. Reinkober und E. Teller, **Molekül- und Kristallgitterspektren.** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1934. X, 408 S. und 198 Abbild. 18 cm × 25 cm. Preis geh. RM 34.—, geb. RM 36.—.

Bei der Erforschung des Aufbaues der Materie aus Kernen und Elektronen spielt die Untersuchung der Spektren eine wichtige Rolle. Die langwelligen (ultraroten) Spektrallinien der Moleküle und der Kristalle geben Auskunft über die Bewegungen der Kerne, die kurzwelligen (sichtbaren oder ultravioletten) über die Rolle der Elektronen.

In dem vorliegenden Band wird der Teil über die langwelligen Spektren durch eine übersichtliche Darstellung der experimentellen Methoden (Reinkober) eingeleitet, die das enthält, was einer wissen muß, der die Ergebnisse der Messungen benutzt. Die anschließenden theoretischen Abschnitte (Teller) sind durch gute Beispiele und zweckmäßige Vereinfachungen leicht lesbar; sie enthalten manche Einzelheiten, die neu oder in neuem Zusammenhang dargestellt sind. Der Teil über die sichtbaren und ultravioletten Banden zweiatomiger Molekeln beginnt mit einer knappen Darstellung der Technik von Aufnahme und Ausmessung (Finkelnburg). In der anschließenden theoretischen Behandlung kann man es dem Verfasser (Finkelnburg) wohl nicht verargen, daß er sich etwas an die Darstellung des gleichen Gegenstandes durch Weizel im Handbuch der Experimentalphysik anlehnt, da die Gesichtspunkte sich seitdem kaum verändert haben. Die experimentellen Ergebnisse (Mecke) enthalten wertvolle Tabellen aller sichergestellten Elektronenterme. Der letzte Teil über die mehratomigen Molekeln (Mecke) enthält die theoretischen Gesichtspunkte und die Folgerungen aus den Messungen in übersichtlicher Form, darunter viele neue Einzelheiten.

Alle Abschnitte sind sehr zu begrüßende Darstellungen.

F. Hund, Leipzig.

FISCHER, HANS, und HANS ORTH, **Die Chemie des Pyrrols.** I. Band: Pyrrol und seine Derivate. Mehrkernige Pyrrolsysteme ohne Farbstoffcharakter. Leipzig: Akad. Verlagsges. 1934. VIII, 459 S. 15 cm × 23 cm. Preis geh. RM 26.50, geb. RM 28.—.

Eine Zusammenfassung der gewaltigen und stürmischen Entwicklung, die die Pyrrolforschung unter Hans Fischers Führung in den letzten 15 Jahren genommen hat, entspricht einem dringenden Bedürfnis der Chemiker und chemischen Physiologen in der ganzen Welt. Deswegen müssen wir das Standardwerk, das uns jetzt aus der Hochburg der Pyrrolforschung heraus, aus dem organisch-chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule München, geschenkt worden ist, herzlich willkommen heißen und allen Fachgenossen aufs allerwärmste empfehlen. Die besten Kenner des Gebiets beschreiben das von ihnen eroberte Neuland und gliedern es ein in die früheren bescheidenen Kenntnisse. Das verleiht dieser literarischen Leistung besonderen Reiz und ungewöhnliches Gewicht.

Das Werk ist in zwei Bände geteilt, deren jetzt erschienener erster die einfacheren Pyrrolderivate, also gewissermaßen die Zwischenprodukte der Hämin- usw. Synthesen, anhangsweise auch die Ausgangs- und Abbauprodukte behandelt, während im zweiten Band

all die physiologisch so bedeutsamen Klassen der Pyrrolfarbstoffe (Porphyrine, Blut-, Gallen-, Blattfarbstoff usw.) und deren Leukoverbindungen besprochen werden sollen.

Der vorliegende 1. Band behandelt im 1. Teil zunächst die Synthesen des Pyrrolrings, das Pyrrol selbst und seine Homologen, die Nomenklatur, die auf Grund einer jahrelang geführten Kartothek systematisch entwickelt wird und für den Fernerstehenden nicht einfach ist. Darauf ist auch bei der Abfassung des Sachregisters Rücksicht genommen, das mehr nach systematischen Gesichtspunkten als nach alphabetischen geordnet ist und jedes bekannte Pyrrolderivat nebst zugehöriger Literatur in dem Heer der Substitutionsprodukte sicher aufzufinden gestattet. Es folgen weiter Kapitel über Nachweisreaktionen der Pyrrole, über Halogen-, Stickstoff-, Magnesium-, Oxy- und Oxoverbindungen, über die synthetisch so wichtigen Carbonsäuren und deren Derivate (etwa 90 Seiten), endlich kürzere Abschnitte über Nebenvalenzverbindungen der Pyrrole und über Hydropyrrole (ausschließlich der Alkaloide und der Prolingruppe). Der 2. Teil des 1. Bandes bringt mehrkernige Pyrrolverbindungen, wie z. B. die Dipyrryl- und Tripyrryl-methane und deren Sauerstoffabkömmlinge sowie die Tetrapyrryl-äthane und -äthylene.

Das Werk hat durchaus den Charakter eines *Handbuches*, das gerade auch auf die Bedürfnisse des praktisch in dem Gebiet arbeitenden Chemikers Rücksicht nimmt, aber methodisch auch allgemein viel wertvolle Anregungen gibt. Der allgemeine Teil jedes Abschnittes bringt jeweils das chemisch Wesentliche und Interessante in übersichtlicher Darstellung zur Kenntnis. Die sehr reichliche Verwendung von Strukturformeln erleichtert dem Leser den Überblick über die vielfach schwierig zu benennenden Stoffe und erspart ihm dadurch Zeit. Die Ausstattung des Werkes ist vorzüglich, die Korrekturen sind mit ungewöhnlicher Sorgfalt durchgesehen worden. R. Pummerer, Erlangen.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Das Loch Ness-Monster. Jetzt, im Februar 1935, ist das Ungeheuer in Schottland wieder gesichtet worden: von 2 Benediktinerpatres, 6 Laienbrüdern und 3 Schuljungen. Die britische Presse hat es gemeldet. Das „Loch Ness-Monster" (LNM.) setzt also noch immer Journalisten in Brot, während es sich selbst trotz seiner Riesengröße über anderthalb Jahre in einem als tierarm bekannten See ernährt haben muß; und der Fremdenindustrie Schottlands hat es herrliche Zeiten gebracht. Was ist deren Ergebnis für die *Naturwissenschaften*? *Ein klarer Triumph*. Tausendfach hat die öffentliche Meinung, haben Bücher und Broschüren der *Zoologie* zugerufen: Es gibt von Eurer grauen Theorie noch nicht registrierte Wesen; sie sind riesig und Ihr überseht sie — jetzt ist eines im Loch Ness aufgetaucht! Tausendfach hat man, haben sogar Zoologen von Namen der *Paläontologie* vorgeworfen: Ihr behauptet, die langhalsigen Riesensaurier seien mit dem Mesozoicum vor mindestens 30 Millionen Jahren verschwunden; Ihr habt deren Reste in den so gut durchforschten Tertiärschichten nie gefunden — und doch lebt hier noch einer mitten in Eurem Zeitalter der Säugetiere! Sogar im Süßwasser! Aber obwohl von einem Zirkus £ 20000,—, vom New York Zoological Park £ 5000,— dem Überbringer dieses Tieres ausgesetzt sind: es ist nicht gefangen worden, es sind uns auch nicht Teile davon zur Sektion, keine als gänzlich verschwommene Lichtbilder zur Begutachtung — *nichts* Annehmbares ist zur Prüfung vorgelegt worden. Es ist an der Zeit, sich klar zu machen: *der ausgedehnteste Angriff auf die zünftigen Tierwissenschaften* hat deren Autorität nicht erschüttern können.

Loch Ness ist der 20 Meilen lange, nur 1 Meile breite, östlichste von 3 Seen, welche durch Kanäle zu dem ganz Schottland SW—NO durchschneidenden Kaledonischen Kanal verbunden sind. Durch den 7 Meilen langen Ness-Fluß mit 2 ganzen und mehreren Teil-Wehren ist Loch Ness mit dem Ozean verbunden, dessen Spiegel 50 Fuß tiefer liegt als der Seespiegel. Nachdem die Presse der ganzen Welt seit August 1933 vom Auftauchen eines *bisher unbekannten riesigen Wassertieres* im Loch Ness berichtet hatte, in den exklusiven Spalten der Times am 9. XII. 1933 Gould (der größte Sachverständige für Seeschlangenberichte[1]) über das Ergebnis seiner Befragung von bereits 51 Augenzeugen, da meldete eine Miss K. Mac Donald dem Glasgow Herald (13. XII. 1933): sie habe an einem Februarnachmittag 1932 (!) um $^1/_{25}$ bei Flut ein elefantenfarbiges Tier mit großen Stoßzähnen den *Ness-Fluß bergauf schwimmen* sehen. Daß der sichtbare Teil des Tieres 15—20 Fuß lang war, nahm sie alsbald zurück (Daily Mail 29. XII. 1933): sie sah nur 6—8 Fuß und nur einen kurzen, nicht den *5—10 Fuß langen Schlangenhals*, der aus unzähligen Zeitungsberichten noch in jedermanns Gedächtnis sein wird. Infolgedessen fällt dieses einzige Zeugnis für Goulds Theorie: Heraufkommen des LNM. über die Wehre des Flusses bei Flut; er hat in seinem pedantisch genauen Buch[1] feststellen müssen, daß es nicht das LNM. war, was K. Mac Donald damals sah. Sie sah es ja später selber, am 1. Mai 1934 um $^1/_{27}$ morgens im Loch Ness; sie gab eine der in Goulds Buch unter ausdrücklicher Vermeidung von Suggestivfragen zusammengebrachten *58, zum Teil mit Zeichnungen von Zeugen bebilderten Aussagen:* ein brauner Buckel erschien über dem Wasser und flachte sich ab, worauf an seinen beiden Enden kleinere Buckel erschienen und danach in etwas Abstand ein vierter, als Hals mit *kleinem Kopf* angesehen, der 10 Minuten lang „wie aus Gummi" an Ort und Stelle auf und nieder tauchte. Hals oder Kopf haben die wenigsten, *undulierende Buckel* haben so gut wie alle Zeugen gesehen: einen Buckel sahen 24 Zeugen, zweie — durch Wasser getrennte — 4, zwei und kleinen Kopf 3, dreie 2, fünf, sechs und acht oder neun Buckel je 1 Zeuge, nur Kopf und Hals 4, nur den Kopf 1. Niemand sah das ganze LNM., und die Angaben über seine Länge schwanken erheblich. Die auftauchenden Teile zeigten nie die geringste Eigenbewegung, das umgebende Wasser so gut wie immer heftigen Wellenschlag; demnach soll das LNM. ein, wahrscheinlich zwei Paar Flossen besitzen. Beim langsamen Schwimmen bildet es die erwähnten Höcker, bei der gewöhnlicheren schnellen Fortbewegung ist nichts als hoch aufrauschendes Kielwasser zu sehen. Es ist dunkelbraun-schwarz oder elefantengrau (4 Zeugen) oder silbrig (1 Zeuge): letzteres nach Goulds Ansicht durch Trocknen an der Luft. Es kann ans Ufer gehen (mindestens 2 Zeugen). Nach Goulds Auslegung der Zeugenberichte muß es ungefähr

[1] Die Naturwiss. haben **1931**, 831—832 über seine gewissenhafte Sammlung aller Seeschlangennachrichten aus zwei Jahrhunderten berichtet.

[1] R. T. Gould, The Loch Ness Monster and others. London: Geoffrey Bles 1934. 14×22 cm. XII, 228 S., 7 Taf., 46 Fig.

45 Fuß lang sein, wovon 10 Fuß auf den Hals und den ebenso schmalen Kopf kommen, 20 auf den Rumpf und 15 auf den Schwanz.

Also ist das LNM. ein Vertreter jener „*rarest and least-known of all living creatures*", der Seeschlangen, „unknown to science". GOULD modifiziert die in seinem früheren Buch[1] aufgestellte Behauptung der Existenz dieser unbekannten Riesentiere an Hand der neuen Berichte nur dahin, daß die Seeschlange trotz ihrer Ähnlichkeit mit Plesiosaurus wohl doch kein Saurier, sondern ein *Riesenmolch* ist. Nach OUDEMANS dagegen ist die zweifelsohne existierende Seeschlange und ihr Vertreter im Loch Ness[2] eine Riesen*robbe* noch unbekannter Art; denn die Seeschlange werde meist mit einer Mähne geschildert und das LNM. soll sich *sprunghaft fortbewegt* haben (3 Zeugen). Wenn es untertaucht, versinken alle Höcker zugleich. Also, sagt OUDEMANS warnend, ist das Tier schwerer als Wasser, es wird bei seinem Tode in dem sehr tiefen See versinken und der Wissenschaft für ewig verlorengehen. Videant Consules! ist der Zweck von OUDEMANS' Broschüre; man muß das LNM. so schnell wie möglich *fangen* und dem Royal Scottish Museum überweisen. Doch davor warnt GOULD und macht genaue Vorschläge zum *photographieren* aus einem mit drahtlosem Telephon gelenkten Luftschiff.

Aber während seiner wochenlangen Umkreisung des Sees zur Vernehmung der Zeugen, während GOULD von seinem Motorrad auf der Uferstraße „kept as constant a look-out as I could, with camera and binoculars always handy", hat er selber vom LNM. nicht das geringste zu Gesicht bekommen. Den Tausenden weniger experter Seeschlangenjäger, die von überallher zum Loch Ness kamen, und den unzähligen dort stationierten Zeitungsreportern ist es nicht anders gegangen. Nachdem das LNM. am 12. XII. 1933 Gegenstand einer Anfrage im britischen Unterhaus gewesen war, ließen die schottischen Behörden den See Tag und Nacht von 5 ausgewählten Polizisten bewachen; doch hat offenbar keiner von ihnen etwas zu melden gehabt. Motorräder, Motorboote und Flugzeuge sind eingesetzt worden; die englische Pfadfinderjugend hat 1934 ihre Sommerlager um den Loch Ness aufgeschlagen; vergebens. Bis zum Erscheinen von GOULDs Buch (Juni 1934) waren ganze *drei photographische Aufnahmen* zustande kommen: 1. eine von einem Herrn Gray am 12. XI. 1933 auf 200 Yards Entfernung geknipste hohe Welle; 2. hat eine der mehreren sich bemühenden Filmgesellschaften, die Scottish Film Production, am 12. XII. 1933 einen Film erbeutet, in welchem 1 Minute lang ein dunkler verschwommener Strich im Wasser wie ein schnell vorbeitreibender Baumstamm in mehreren 100 Yards Entfernung zu sehen ist; die 3. Aufnahme, die auch in vielen deutschen Zeitungen zu sehen war (zuerst in Daily Mail 22. IV. 1934), ist am 1. IV. 1934 von R. R. WILSON auf etwa 175 Yards Entfernung geknipst und gleicht einer unscharf aufgenommenen Ente.

Danach hat der schottische Vorsitzende einer der größten Versicherungsgesellschaften der Welt, Sir EDWARD MOUNTAIN, dankenswerterweise im Juli 1934 eine bis September immer wieder verlängerte *Photographierexpedition* zum Loch Ness ausgerüstet. 4 Wochen lang waren 20 Männer mit Fernglas und Kamera vom ersten Dämmern der Frühe bis zur Dunkelheit rund um den See verteilt. Danach blieben 2 Männer mit Kinoapparaten für Fernaufnahmen an besonders aussichtsreichen Stellen postiert. Auch diese Expedition „has not succeeded in securing any evidences likely to lead to the identification of the Loch Ness ‚Monster'" (Manchester Guardian Weekly 21. IX. 1934). Als dunkles Etwas wurde es 20mal gesichtet, allein 4mal von einem seiner Bewacher: nur einmal auf 30 Yards Entfernung, 25—30 Fuß lang, mit 2 kurzen Vorderflossen. Jedoch auf den beiden in den Times (9. VIII. 1934) reproduzierten Lichtbildern der Mountain-Expedition sieht man einmal wieder einen unscharfen, länglichen, schwarzen Gegenstand in weiter Ferne, das andere Mal einen durch das ganze Bild gehenden welligen Strich im Wasser: „a heavy wash as it passed rapidly just under the surface". Die lange, rasch aufrauschende Kielwelle einer schnellen Bewegung ist auch das Charakteristische der Hauptbeute der Mountain-Expedition, einem in 60 Sekunden abrollenden *Film*, der Ende September morgens um 7 auf $^3/_4$ Meilen Entfernung aufgenommen wurde. Dieser Film ist Zoologen vorgeführt worden. Sie anerkannten ihn als ersten Beweis für das *Vorhandensein* eine „large living creature in the Loch not in ordinary circumstances having its habitation there" (Observer 7. X. 1934). Von einem langen Hals und Riesengröße sahen sie nichts, nur ohne deutliche Umrisse Kopf und Schultern oder einen Buckel eines schwimmenden Wesens. Man konnte es für eine *Otter* halten oder für eine *Robbe* (Halichoerus grypus — der grauen Seehund der britischen Küsten — nach freundlichst mitgeteilter Ansicht des Kollegen W. E. SWINTON, der den Film sah). Daß ein Seehund den Lachsen in einen Fluß hinauf folgt, ist an sich nichts Ungewöhnliches. Auch las man (Frankfurter General-Anzeiger 20./21. I. 1934), daß die Lachsfischer am Loch Ness angesichts besonders trostloser Erträgnisse angenommen haben sollen, es müsse eine große gefräßige Robbe im Loch sein. Zufällig sehe ich auch gerade in Nature (2. XII. 1933: G. A. BUCKHURST, „A Seal in the Thames"), daß eine Phoca vitulina die Themse bis Tilbury hinaufgeschwommen war und dort für kurze Zeit auf einen Holzdamm kletterte.

Daß das „englische Kriegsministerium" „Marinetaucher" zur Verfügung gestellt habe, und daß diese 10 Fuß unter der Oberfläche des Loch Ness treibend, an seiner Gondel verankert, Überreste eines im Weltkrieg abgeschossenen deutschen Parseval-*Luftschiffes* auffanden (z. B. Kölnische Zeitung 12. VIII., Der Mittag 22. VIII., Baseler Nachrichten 30. VIII. 1934), muß eine Zeitungsente sein, die sich in England gar nicht ausbreiten konnte; dort weiß man zu gut, daß Schottland nie von deutschen Luftschiffen überflogen wurde. — Dagegen sieht man auf einem gewöhnlichen Lichtbild der weiten Seefläche des Loch Ness in Sphere (9. VI. 1934) zwei ebensolche schwarze Striche, wie sie die „Monster"-Photos zeigen; und der begleitende Artikel berichtet auf Grund von Aussagen der dort lebenden Mönche, der See neige infolge seiner Tiefe (Wärme im Winter usw.) zu *Luftspiegelungen*.

Weder das Undulieren an der Wasseroberfläche noch das Davongleiten spräche gegen diese Theorie! und dies beides kehrt in den meisten Zeugenaussagen wieder; also etwas ganz Uncharakteristisches. Sehr charakteristisch für alle Zeugenaussagen ist aber ihre Verschiedenheit: etwas *Psychologisches*. Sie sind so verschieden, als ob die Zeugen Verschiedenes gesehen hätten; es sind auch schon einmal 2 LNM. zugleich gesichtet worden (News Chronicle 16. VII. 1934). Charakteristisch für die Seeschlange selber ist längst und auch diesmal wieder, daß sie sich weder fangen noch photographieren

[1] The Case for the Sea-Serpent. London: Philip Allan 1930.

[2] A. C. OUDEMANS, The Loch Ness Monster. Leyden: Late E. J. Brill 1934. 16×25 cm. 14 S., 7 Fig.

noch umbringen läßt, ja daß in ihrer (diesmal so besonders hochgehenden) Kielwelle *überall nie zuvor gesehene Seeungeheuer gesichtet werden*; und daß es auch hier stets beim Bericht bleibt. In British Columbien erinnerten sich fast 100 Personen, seit August 1932 eine Seeschlange von 80 Fuß Länge und der Dicke eines Automobils im Meer bzw. auf der Chatham-Insel gesehen zu haben (Illustrated London News 6. I. 1934); ein Küstenwächter in Filey im NO Englands sah im März 1934 ein Tier mit 8 Fuß hoch gehobenem Kopf und wie Fackeln glühenden, untertassengroßen Augen (Manchester Guardian Weekly 16. III. 1934); im Hafen von Penang (Malakka) hat ein Seeungeheuer mehrere Male Sprengladungen fortgeholt (Das 12-Uhr-Blatt 5. V. 1934); an der Nordküste Schottlands wurde „a strange monster resembling a sea serpent" angespült (News Chronicle 16. VII. 1934).

Jedoch *das eine Mal*, wo zwar „Un monstre inconnu s'est échoué sur la plage de Querqueville" bei Cherbourg (Presse aller Sprachen am 1. III. 1934), wo aber gleich ein Zoologe zur Hand war und die faulende Tierleiche *untersuchen* konnte, da war „L'Enigme de Cherbourg" sehr schnell der an anderen Küsten gar nicht seltene Riesenhai Cetorhinus maximus (G. PETIT, „Le vrai visage du ‚monstre' de Querqueville"; L'Illustration 24. III. 1934). Unterkiefer und Kiemen waren weggefault gewesen; so war der Eindruck eines langen Halses entstanden.

Am Loch Ness haben die Seeschlangengläubigen nun jede Gelegenheit gehabt, die Ungläubigen zu bekehren. Hier war (oder ist) der Fall endlich einmal nicht so, wie bei dem für alle anderen mit bezeichnenden, über den GOETHE an CARL AUGUST schrieb[1]: daß ein Herr REINHARD in Christiania ihm schrieb, ein Herr MOE erzähle ihm, ein Seeungeheuer habe sich vor 40 Jahren in der Nordsee über das Schiff seines verstorbenen Onkels geworfen und es beinahe zertrümmert . . . Am Loch Ness konnte die behauptete Seeschlange seit $1^3/_4$ Jahren studiert werden. Aber trotz unerhört eifriger und kostspieliger Beobachtung ist *nichts* entdeckt worden, das dafür spräche, daß das dort beobachtete Ungewöhnliche etwas *an sich Ungewöhnliches* ist.

Würden denn die *Naturwissenschaften* nicht unbeschämt und freudig die Entdeckung jedes noch Unbekannten begrüßen? Im Loch Ness ist aber nichts entdeckt! Wir verwahren uns gegen den Hohn, mit dem GOULD die Forderung des großen Anatomen Sir ARTHUR KEITH nach „concrete and unmistakable evidence" (Daily Mail 3. I. 1934) zurückweist: „I imagine that nothing less than the ‚monster's' carcase will satisfy him". *Ja*, es ist so. Zuverlässige Wissenschaft hat es seit Jahrhunderten so gehalten und wird davon nicht abgehen. So lange kein Körper und kein erkennbares Bild des Körpers vorgezeigt wird, *ist* das Tiersystem durch die Vorgänge im Loch Ness *nicht* um ein Riesentier bereichert. TILLY EDINGER.

Salz als Katalysator und Antikatalysator. „Wo nun das Salz dumm wird, womit soll man's salzen?" Diese Worte der Bergpredigt haben Theologen und Naturwissenschaftler schon viel beschäftigt. Eine nach jeder Richtung hin befriedigende Erklärung dieser Textstelle ist aber bisher noch nicht gefunden worden[2]. Diese konnte erst gegeben werden, seit man weiß, wozu das Salz, von dem dieser Text spricht, verwandt wurde und was bei dieser Verwendung mit ihm geschieht.

In Palästina wurde von alters her, und es wird noch heute in arabischen Bäckereien der Boden der Backöfen mit Salzplatten ausgelegt, die etwa alle 15 Jahre erneuert werden[1]. Diese Salzplatten sollen die Entflammung des Brennstoffes beschleunigen. Der Chemiker sagt in seiner Fachsprache, das Salz ist der Verbrennungskatalysator.

Das Salz stammt aus dem Toten Meere, wird durch Eindunsten des Meerwassers gewonnen und besteht daher im wesentlichen aus einem Gemisch der Chloride von Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium. Denn das Wasser des Toten Meeres enthält in runden Zahlen 11% Magnesiumchlorid, 6% Natriumchlorid, 3% Calciumchlorid und $1^1/_2$% Kaliumchlorid. Magnesium- und Calciumchlorid sind aber, wie bekannt[3], sehr gute Verbrennungskatalysatoren, und ebenso, wenn auch schwächer, wirken Kalium- und Natriumchlorid.

Ein einfacher Versuch, den jeder leicht anstellen kann, zeigt diese Erscheinung sehr anschaulich. Versucht man ein Stück Würfelzucker, wie man es zum Süßen von Kaffee oder Tee benutzt, mit einem Streichholz anzuzünden, so mißglückt das. Streut man aber etwas Zigarren- oder Zigarettenasche auf den Zucker und wiederholt den Versuch, so brennt der Zucker erst mit sehr kleiner Flamme, die aber bald größer und größer wird. Bei diesem Versuch ist es der Salzgehalt der Asche, der als Verbrennungskatalysator wirkt[3].

Als Heizmaterial diente in orientalischen Ländern von je her neben Holz hauptsächlich Esel- und Kamelmist. Mit diesem erhält man nur dann schnell ein lebhaftes Feuer, wenn man einen Verbrennungskatalysator zusetzt. Das Salz der Ofenplatte des Backofens vermag dadurch, daß es mit dem Brennstoff in direkte Berührung kommt, das Feuer schnell zu starker Glut zu entfachen. Es ist anzunehmen, daß das den Juden zur Zeit Christi, und vielleicht viel früher, schon bekannt war.

Infolge der Hitze beim Backen werden die Salzplatten allmählich zerstört. Es treten, wie man aus den Abbildungen bei SCHOLTEN (l. c.) deutlich erkennt, Rekristallisationserscheinungen auf, d. h. die kleinen Kristalle wandeln sich in große um. Dadurch entstehen Unebenheiten und Risse, die sich mit Asche füllen. Wir wissen, daß die Asche von Esel- und Kamelmist, wie überhaupt die Asche des Mistes von Pflanzenfressern, reich an Ammonium- und Natriumphosphat ist. Ammonium- und Natriumphosphat werden, wie vielen

[1] Am 16. III. 1828 in Weimar. Der selbst von GOULD übersehene Bericht sei hiermit der Vergessenheit entrissen!

[2] Der griechische Text heißt Matth. 5, 13: „*ἐὰν δὲ τὸ ἅλα μωρανθῇ, ἐν τίνι ἁλισθήσεται*", und ganz ähnlich lauten auch die Parallelstellen Mark. 9: 50 und Luk. 14: 34 u. 35.

[1] Dies hörte ich in der Predigt des Herrn General-Superintendenten D. O. DIBELIUS in Berlin-Dahlem am 23. Januar 1935. Er nannte mir als Beleg, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke: FRANK SCHOLTEN, Palästina. Eine vollständige Darstellung aller Textstellen in Bibel, Talmud und Koran in eigenen künstlerischen Aufnahmen aus der Gegenwart und Vergangenheit des Heiligen Landes. Band 2: Jaffa, die schöne. Stuttgart: J. Hoffmann 1931. Dort finden sich auf Seite 53 und 54 (Bilder Nr. 114—117) Abbildungen eines im Umbau befindlichen Backofens, der frischen und der verbrauchten Salzplatten usw.

[2] SCHADE, Münch. med. Wschr. **1905** I, 1088 — C. THOMÄ, Chemiker-Ztg **43**, 747 (1919) — A. HEDVALL, Sv. Kem. Tidskr. **22**, 99 (1920) — v. EULER u. JOSEPHSON, Brennstoffchemie **1920**, H. 5.

[3] Mit Tafelsalz bestreuter Zucker brennt nicht, da Tafelsalz neben Natriumchlorid auch etwas Natriumphosphat enthält. Natriumphosphat aber verhindert die Entflammung, wovon in folgendem noch gesprochen wird.

bekannt sein wird, zum Tränken von Geweben benutzt, wenn man diese gegen Entflammung zu schützen wünscht. Natrium- und Ammoniumphosphat wirken also gerade entgegengesetzt wie Calcium- und Magnesiumchlorid. Sie sind Antikatalysatoren für Verbrennungsreaktionen. Daher wird das Salz, das lange Zeit im Ofen gedient hat, unwirksam, ja es wirkt direkt schädigend auf die Entflammbarkeit des Mistes und muß, wenn man seine katalytische Kraft nicht in irgendeiner Weise regenerieren kann, entfernt werden. Um diese Regeneration handelt es sich nun.

„Womit soll man's salzen?" fragt der Evangelist. Ich weiß hierauf keine Antwort. An diesem Punkte hat die chemische Wissenschaft bis zum heutigen Tage keine Fortschritte gemacht. Matthäus fährt fort: „Es ist hinfort zu nichts nütze, denn daß man es hinausschütte." Und der Evangelist Lukas unterrichtet uns noch genauer: „Es ist weder auf das Land noch in dem Mist nütze." Diese Worte lassen sich leicht erklären.

Der Phosphorgehalt der Salzplatten ist viel zu klein, als daß die Düngekraft des Salzes dem Boden mehr Nutzen brächte, als ihn ihr großer Natriumgehalt schädigt. Und ebenso wie das verbrauchte Salz nicht unmittelbar zur Düngung verwendbar ist, so würde es, wenn man es auf den Komposthaufen würfe, auch diesen schädigen. Natriumchlorid (Kochsalz) verlangsamt oder verhindert den Verwesungsprozeß. Man denke an das Einsalzen zur Bereitung von Fischen, Pökel- und Räucherfleisch! Die Verwesungsprozesse des Kompostes, durch die im Mistbeet die das Pflanzenwachstum fördernde Erwärmung entsteht, würden also durch das Salz gehemmt werden. Daher taugt dieses Salz zu rein gar nichts, als daß „es die Leute zertreten".

Nimmt man diese Erklärung an, so erscheint die Luthersche Übersetzung der Worte „*ἐὰν δὲ τὸ ἅλα μωρανθῇ*" mit „wo nun das Salz dumm wird" viel treffender als die Übersetzung von Klostermann[1] „wenn aber das Salz fade wird". Die Veränderung des Salzes im Backofen hat nichts mit seiner Wirkung auf unseren Gaumen zu tun, sondern bezieht sich darauf, daß es seine katalytische Fähigkeit eingebüßt hat. Es ist „dumm" geworden, da es nicht mehr die Fähigkeit besitzt, das Feuer zu entfachen.

Wie klar sehen wir jetzt das Bild vor uns, auf das sich der Vergleich in der Bergpredigt bezieht! Der Bäcker, der Hausherr oder einer seiner Leute holt das im Backofen unbrauchbar gewordene Salz heraus und schüttet es als völlig nutzlos auf den Weg. Auch kulturhistorisch ist diese Textstelle sehr bemerkenswert. Sie beweist, daß die von den Chemikern erst in den letzten Jahrzehnten näher untersuchte katalytische Beschleunigung der Verbrennungsprozesse durch Erdalkalichloride und ihre Verzögerung durch Phosphate schon seit mehr als 2000 Jahren bekannt ist und daß diese katalytische Beschleunigung sogar schon seit Jahrtausenden praktisch verwendet wird.

E. H. Riesenfeld.

Dreitausend Jahre Ultramarin. Der einzige völlig lichtechte und dabei prächtig leuchtende blaue Farbstoff ist bis zum heutigen Tage das Ultramarin. Seit etwa hundert Jahren wird es synthetisch hergestellt, früher wurde es aus dem bekannten blauen Schmuckstein, dem Lapis lazuli, gewonnen. Beides ist innerhalb gewisser Grenzen chemisch identisch, also der Lapis lazuli ist ein natürliches Ultramarin, und das heutige Ultramarin ein künstlicher Lapis lazuli.

Diese Gleichsetzung muß insofern eingeschränkt werden, als sich im Lapis lazuli neben dem blauen Farbstoff immer mehr oder weniger farblose Kalkbestandteile befinden, die entfernt werden mußten, wenn man die geschätzte tiefblaue Malerfarbe gewinnen wollte. Das hat jahrtausendelang unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet, und erst am Ausgang des Mittelalters gelang es, das Blau durch ein umständliches Schlämm- und Reinigungsverfahren von allen Beimischungen zu befreien.

Der schöne Schmuckstein wurde schon von Sumerern und Ägyptern hoch geschätzt und in den Hieroglyphen beinahe mit Andacht erwähnt. Die gleichen Schriftquellen lassen kaum einen Zweifel darüber, daß man einen Farbstoff aus ihm zu bereiten verstand. Man konnte ihn aber noch nicht reinigen, daher war er stumpf und blaß und trat völlig hinter dem sog. „Ägyptischblau" zurück, einer Glasfritte, deren massenhafte Verwendung die antiken Malereien beweisen. Das gleiche gilt für Griechenland und Rom: Theophrastos und Plinius beschreiben das Ultramarin, aber gefunden ist es noch nirgends.

Da ging die Kunst, das Ägyptischblau zu bereiten, verloren, und nun mußte man alles daran setzen, um die Farbe aus dem Lapis lazuli zu wirklicher Brauchbarkeit zu entwickeln. Das gelang erst im 12. Jahrhundert, erst zu dieser Zeit kann man sie in der Vollendung nachweisen.

Nun beginnen auch die Schriftquellen reichlicher zu fließen. Das Wort „Ultramarin" taucht auf, als „Azurium ultramarinum" oder in ähnlichen Formen, aber auch in der Verdeutschung „lazur, als man über mer macht". Das gibt uns gleich die Erklärung an Hand: ein Blau, dessen Rohstoff nicht nur von „Übersee", von jenseits des Mittelmeeres (aus Zentralasien) kam, sondern das man sehr wahrscheinlich zuerst im Osten, in Übersee, in reiner Schönheit herzustellen gelernt hatte. Und schließlich im 15. Jahrhundert werden wir nun auch in aller Ausführlichkeit mit dem Reinigungsverfahren bekannt gemacht.

Der Gang des letzteren war kurz gesagt folgender: Der Stein wird durch Erhitzen und Behandlung mit Essig mürbe gemacht, durch Reiben zerkleinert und das Pulver mit einem eigentümlichen Kitt vermengt. Diese Masse knetet man stundenlang vorsichtig unter Wasser, dabei tritt das Blau in das Wasser heraus, der Kalk wird vom Kitt zurückgehalten. Nun zieht man das Wasser ab, trocknet das Blau und hat es dadurch ungemischt gewonnen.

Die alten Schriftsteller wissen die prachtvolle Farbe nicht genug zu rühmen, von Mönchen und Apothekern wird uns berichtet, die sie verfertigten. Leider wird sie häufig mit dem minderwertigen „Bergblau", einem Kupferprodukt, verwechselt und dadurch gelegentlich in Mißkredit gebracht.

Schließlich beginnt die junge Wissenschaft der Chemie die teure Ware, die im wahrsten Sinne des Wortes mit Gold aufgewogen wurde, zu studieren, und 1828 gelang die erste synthetische Herstellung. Seitdem hat das billige künstliche Ultramarin, das dem alten chemisch gleich ist und ihm demnach auch in keiner Eigenschaft nachsteht, das ehrwürdige Blau aus dem Lapis lazuli völlig verdrängt und bedeutungslos gemacht.

Herbert Röhrig.

[1] E. Klostermann, Das Matthäus-Evangelium, 2. Aufl. 1927 (Handbuch zum Neuen Testament, herausgegeben von H. Lietzmann).

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.